

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN
FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT de GENIE ELECTRIQUE et ELECTRONIQUE



MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER en ELECTRONIQUE BIOMEDICALE

Option : Signaux et images en médecine

Réalisé par
KRIM Selma
BENMANSOUR Yasmine

THEME

TELEIMAGERIE MEDICALE MOBILE

Soutenu le 02 Juillet 2012 devant le Jury:

H.DJELTI	M.A à l'Université de Tlemcen	Présidente
Y.BENCHAIB	M.A à l'Université de Tlemcen	Examinatrice
A.BELGHERBI	doctorante à l'Université de Tlemcen	Examinatrice
R. MERZOUGUI	M.C à l'Université de Tlemcen	Encadreur

Dédicaces

À

Mes parents à qui je dois tout et dont l’affection, le dévouement et les encouragements ont été pour moi le meilleur gage de réussite.

À ceux qui m'ont aidé et soutenu dans ce mémoire, et qui m'ont permis de me surpasser lors de chaque épreuve...

mes frères Mehdi Arafat

mes sœurs Douja, Esma

Mohamed

Sarah, Tema et Fadia des amies précieuses à tout moment

mes cousines Kaouthar,Soumia et Nour

ma famille oncles, cousins Ali, Hamed et Yasser

Dédicaces

A

Mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

Maman je n'ai pas les mots pour te dire merci. Tu m'as accompagné toute ma vie, dans les joies les peines les grandes et petites circonstances encore une fois merci.

Ma grand-mère qui est une grande dame et une grande âme.

Ma sœur Neyla qui m'a beaucoup soutenue.

Mes amies :Sarah , Imene, Ilham.

Yasmine

Remerciements

Nous remercions le bon DIEU tout- puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener à terme le présent travail.

Au terme de ce projet nous tenons à remercier Mr R.MERZOUGUI, Maitre de Conférence à la faculté de technologie de l'université de Tlemcen, notre encadreur pour l'assistance qu'il nous a prêté, son soutien et ses conseils avisés pendant toute la durée de ce travail.

Nos sincères remerciements à Melle H.DJELTI Maitre Assistante à l'université Abou-bekr Belkaid Tlemcen, d'avoir accepté de présider le jury.

Nous adressons également nos respectueux remerciements à Mme Y.BENCHAIB et Melle A.BELGHERBI respectivement Maitre Assistante et Doctorante, d'avoir accepté d'être membres de ce jury, nous leurs sommes très reconnaissant pour le temps qu'ils ont consacré à examiner notre travail.

Nous exprimons également notre gratitude à tous les enseignants qui ont collaboré à notre formation depuis notre premier cycle d'étude jusqu'à la fin de notre cursus universitaire.

Enfin nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce travail.

Table des matières

Remerciement……………………………………………………………………4
Résumé..5
Table des matières……………………………………………………………..6
Liste des tableaux…………………………………………………………...9
Listes des figures.. 10
Glossaire.. 11

Introduction générale 13

Chapitre I :
Contexte médical.

I.1 Introduction………………………………………………………………..15
I .2 La télémédecine…………………………………………………………15
I.2.1 Les apports et les enjeux de la télémédecine……………………………..16
I. 2.2 Les freins au développement……………………………………………17
I.2.3 Objectif……………………………………………………………………..18
I.2.4 Principe de télémédecine sur des terminaux mobiles………………………19
I.2.5 Enjeux……………………………………………………………………20
I.3 Concepts généraux……………………………………………………......21
a- Terminaux mobiles……………………………………………………......21
b- Service……………………………………………………………….………21
I.3 .1 Acteurs de développement de services…………………………….……..22
a- Usager ou utilisateur mobile (utilisateur final)..….......22
b-Opérateur de téléphone mobile (PLMN)……………………………….....….22
c- Fournisseur ou développeur de services..…....23
I.3.2 Organismes, technologies et standards existants………………………......23
I.3.2.1 Réseaux sans fil………………………………………………………........23
I.3.2.2 Réseaux d'accès radio-mobiles……………………………………….........24
I.3.2.3 Modèle TCP/IP…………………………………………………...…....27
I.3.2.4 Les protocoles du Réseau Internet…………………………………….......28
I.3.2.5 Wap……………………………………………………………………...31
I.4 La télé-imagerie……………………………………………………….....31
I.4. 1 Objectif……………………………………………………………..........30
I.4. 2 avantages ………………………………………………………….........32
I.4.3 inconvénients ………………………………………………………….........32
I.5 Conclusion…………………………………………………………….........33

Chapitre II :

L'acquisition et traitement des images.

II.1 Introduction……………………………………………………………………34
II.2 Eléments de perception visuelle…………………………………………………34
II.2.1 La lumière ……………………………………………………………………34
II.2.2 La luminosité ………………………………………………………………...35
II.3 Acquisition d'images……………………………………………………………..36
II.3.1 Théorie………………………………………………………………………..36
II.3.1.1 Échantillonnage……………………………………………………………….36
II.3.1.2 Quantification…………………………………………………………………37
II.3.2 Entrelaçage des images……………………………………………………….37
II.3.3 Capteur d'image : Caméra……………………………………………………...38
II.3.3.1 Taille de capteur……………………………………………………………...38
II.3.3.2 Ouverture de champ (volume de travail)……………………………………..39
II.3.3.3 L'éclairage……………………………………………………………………...41
a. Les modèles d'illumination ………………………………………………………41
b. Type d'éclairage…………………………………………………………………..42
II.3.3.4 Caméras électroniques ……………………………………………………...43
A. Fonction obturation…………………………………………………………………44
B. Fonction déflexion………………………………………………………………….44
C. Enregistrement par caméra de télévision……………………………………………44
D. Matrice CCD des caméras vidéo …………………………………………………..45
II.3.3.5 Les WebCams ………………………………………………………………45
II.4 Analyse et synthèse des images ……………………………………………………..46
II.4.1 Conversion d'une image en un signal électrique…………………………………46
II.4.2 Restitution d'une image…………………………………………………………46
II.4.3 Signal vidéo……………………………………………………………………...46
II.4.3.1 Signal vidéo monochrome……………………………………………………..46
II.4.3.2 Signal vidéo composite (couleur)………………………………………………48
II.5 Compression numérique…………………………………………………………50
II.5.1 Le codage JPEG…………………………………………………………………51
II.5.2 Le codage GIF…………………………………………………………………..51
II.5.3 Le Codage MPEG………………………………………………………………..51
II.6 Conclusion……………………………………………………………………...53

Chapitre III :

Application : télé-imagerie médicale mobile.

Chapitre III……………………………………………………………………....53
III.1 objectif……………………………………………………………………...53
III.2 cahier de charge……………………………………………………………....53
III.2.1 Données de base ………………………………………………………......53
III.2.2 Cahier de charge…………………………………………………………...53
III.2.3 Fonction…………………………………………………………………...54
III.3- Description du projet………………………………………………………..54
III.3.1 – Etablissement de la connexion……………………………………….....54
III.3.2 – Capture et l'enregistrement de l'image……………………………………54
III.3.3 – Transmission de l'image………………………………………………..54
III.4 – Bilan de l'analyse……....……………………………………………...…….55
III.5 – Réalisation…………………………………………………………………….55
III.5.1 – Environnement de développement……………………………………...56
III.6 – Application……………………………………………………………………56
III.6.1 – Interface utilisateur…………………………………………………….57
III.6.2 – Mode d'emploi du programme…………………………………………...59
III.6.2.1 – Configuration minimale………………………………………………...59
III.6.2.2 – Diffusion du logiciel……………………………………………….....59
III.6.2.3 – Installation du programme……………………………………………...59
III.6.2.4 – Exécution de la MIDlet………………………………………………...60
III.7 –conclusion……………………………………………………………………...65

Conclusion générale...66
Bibliographies & Références...68

Liste des tableaux



TAB. 1.1– *Les commandes utilisées dans une requête http..30*

TAB. II.1 – *Dénomination et tailles des capteurs CCD ou CMOS.................................39*

TAB. II.2 – *Distances d'un objet en fonction de la focale..40*

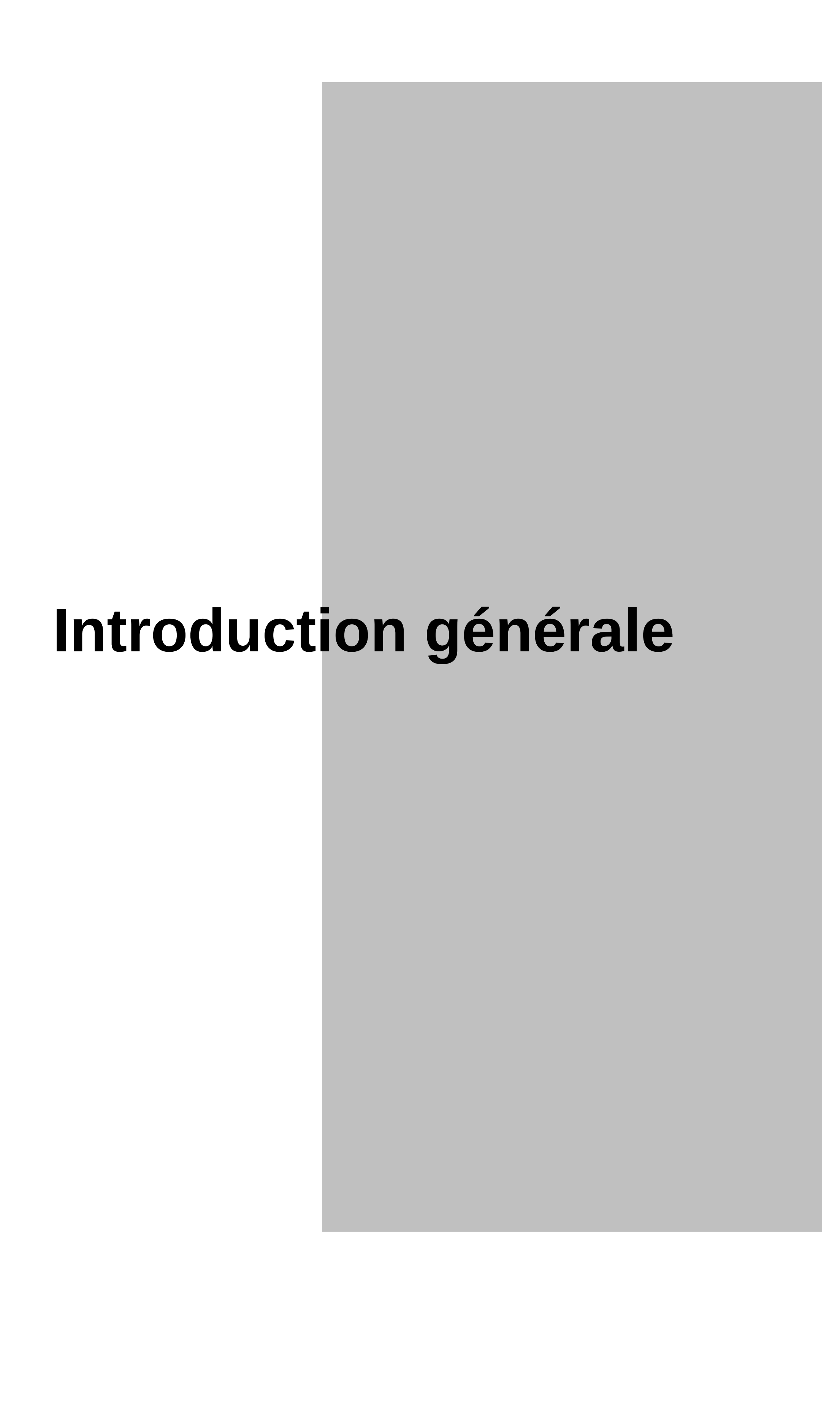
Liste des figures

FIG. I.1 – *Plateforme de services de télémédecine*..*19*
FIG. I.2 –*Comparaison entre le modèle OSI et TCP/IP*..*28*
FIG. II.1 – *spectre visible*..35
FIG. II.2 – *Courbe de sensibilité relative de l'œil humain*...*35*
FIG. II.3 – *Numérisation d'un signal*..*36*
FIG. II.4 – *Entrelaçage des images*...*38*
FIG. II.5 – *Phénomène de décalage des trames*...*38*
FIG. II.6 *– Champ visuel de la caméra*..*40*
FIG. II.7 *– Schéma permettant le calcul du champ de vue*..*40*
FIG. II.8 – *Différents types d'illumination*..*42*
FIG. II.9 – *Détail d'une ligne vidéo monochrome*...*47*
FIG. II.10 – *Détail de synchro trame*...*47*
FIG. II.11 – *Mire de barres couleur*..*48*
FIG. II.12 – *Mire de barres couleur.* *49*
FIG. II.13 – *Mire de barres couleur*...*49*
FIG. II.14 – *L'analyse de mouvement pour le codage MPEG*..*52*
FIG. III.1 *– L'application réalisée*..*55*
FIG. III.2 –toutes les interfaces...58
FIG. III.3–Page de garde..60
FIG. III.4– Phase d'authentification...61
FIG. III.5– Introduction de l'adresse IP...62
FIG. III.6– Image téléchargée...63
FIG. III.7– Authentification...64

Glossaire

CCD : Charge Coupled Device;
CMOS : Complementary Metal Oxide Semiconductor;
CLDC: Connected Limited Device Configuration
ECG: ElectroCardioGramme.
EDGE: Enhanced Data for GSM Evolution
FTP: File Transfer Protocol
GPRS / GSM :General Packet Radio Service/Global System for Mobile communication
GIF : Graphic Interchange Format
HSCSD: High-Speed Circuit-Switched Data
HSDPA: High Speed Downlink Packet Access
HSUPA: High Speed Uplink Packet Access
HTTP: Hyper Text Transfert Protocol
HTTPS: Hypertext Transfer Protocol Secure
IP: Internet Protocol
J2ME: Java 2 platform Micro Edition
JPEG : Joint Photographic Expert Group;
LED :Light Emitting Diode
MAC : MAC: Media access control
MPEG : Moving Picture Expert Grou
MIDP : Mobile Information Device Profile
NTIC : Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication
OSI: Open System Interconnection
OS: Operating System
PDC :Personal Digital Cellular
PCS :Personal Communication System
PC : Personal Computer
PDA: Personnel Data Assistant
PLMN :Acronyme de Public Land Mobile Network
RTC :Réseau Téléphonique Commuté
SMTP: Simple Mail Transfer Protocol
SSL: Secure Sockets Layer
TCP: Transport Control Protocol
TVDH: Terry van der Heide
TV :Télévision
UMTS: Universal Mobile Telecom System
UWB : UWB: Ultra WideBand

USB :Universal Serial Bus
UDP: User Datagram Protocol
URL: Uniform Resource Locator
WAP: Wireless Application Protocol



Introduction générale

Introduction générale 

Depuis quelques années, de nombreuses évolutions réalisées dans les environnements mobiles et les réseaux sans fil suscitent un intérêt croissant pour l'informatique mobile. L'exploitation de ces nouveaux terminaux introduit de nouvelles problématiques et crée de nouveaux besoins. Ils permettent à des usagers (éventuellement mobiles) d'avoir accès à des services indépendamment de leurs positions physiques. Dans cette nouvelle vision, une grande variété de services sera offerte non seulement au grand public mais aussi aux personnes dépendantes, comme les médecins, chirurgiens, etc. Ces services sont proposés par deux acteurs: les opérateurs réseau et les fournisseurs de services.

L'élaboration d'une plateforme mobile de fourniture des services est donc nécessaire pour non seulement faciliter grandement les vies quotidiennes du grand public mais aussi s'inscrire dans le cadre des activités de recherche à impacts socio-économiques permettant de participer au développement de notre pays. La conception et le développement de cette plateforme de services à valeurs ajoutées doit se baser sur des technologies de gestion, de traitement, de contrôle et d'exécution de services. De plus, des mécanismes et des approches du domaine des télécommunications et de la communauté internet doivent être exploités pour répondre aux besoins des utilisateurs.

Dans le cadre du projet « ***télé-imagerie*** **médicale mobile** » nous proposons de développer un service mobile de télé-imagerie permettant de consulter et télécharger des photos capturées d'une caméra sur des sites distants.

La problématique est donc de détourner ces appareils de leur fonction de base et d'en faire des outils de télémédecine et plus particulièrement de télé-imagerie. Puisque les téléphones actuels nous permettent de recevoir des photos et de les afficher, alors pourquoi ne pas améliorer encore un peu le système et d'exploiter le téléphone mobile, de manière à ce qu'il reçoit des photos capturées à n'importe quel moment, à n'importe quelle endroit par une caméra d'un serveur située à distance ?

Ainsi on pourrait être en mesure de surveiller à distance l'état d'un patient tout en assurant la mobilité. Alors qu'une dizaine d'années auparavant, un tel projet aurait nécessité de gros moyens ainsi qu'une grosse infrastructure, aujourd'hui un simple téléphone portable peut contribuer efficacement à la sauvegarde humaine.

Le fait de manipuler des équipements mobiles de faible capacité mémoire, nécessite l'exploitation d'un environnement de programmation adéquat. Le langage **J2ME** de programmation sous la plateforme Java, répond parfaitement à cet objectif car il nécessite des

ressources de faibles capacités et propose des interfaces proches des téléphones mobiles actuels (**J2ME** Wireless Toolkit).

La facilité de programmation et la présence d'une machine virtuelle intégrée dans le langage Java permettent une aisance au niveau du développement des applications mobiles.
De plus l'environnement dans lequel nous avons travaillé est un environnement distribué qui correspond à l'environnement des réseaux d'accès mobile.

Le travail à développer consiste alors à ajouter des fonctionnalités à un téléphone portable, de manière à commander à distance une caméra exploité pour le domaine médicale pour l'envoie d'une photo prise sur un site (Service des urgences…). Le téléphone reçoit alors une photo (après une requête transmise à la caméra), qu'il affiche sur son écran.

Le travail mené dans ce cadre et les résultats obtenus sont regroupés dans un mémoire de fin d'étude organisé de la façon suivante:

Le chapitre 1 représente un état de l'Art sur le domaine de ***Télémédecine,*** y compris leurs techniques, en précisant les nouvelles technologies requises ainsi que les différentes possibilités existantes pour mieux comprendre le principe de base de ce vaste domaine.

Le chapitre 2 décrit la théorie des majorités des techniques et des procédés apportés au monde de l'image qui comporte: l'acquisition, l'analyse, la synthèse et la compression de l'image, en précisant le fonctionnement du capteur d'image (caméra).

Le chapitre 3 regroupe une application en **télé-imagerie médicale mobile,** nécessitant la rédaction d'un cahier de charge respectivement un bilan de l'analyse justifiant le choix des technologies, les standards et les protocoles les plus adaptés selon nos besoins.

.



Le contexte médical

I.1 Introduction

Les recherches effectuées au cours de ce projet de fin d'étude se focalisent sur les services destinés à la *télé-imagerie* sur des terminaux mobiles, qui est une des dimensions de la *télémédecine*.

Ce chapitre a pour objectif principal de situer le contexte médical de notre travail et ses enjeux, en mettant en évidence la diversité des concepts généraux et les technologies existantes.

I .2 La télémédecine

De nombreux auteurs définissent la *télémédecine* comme l'union des télécommunications et de la médecine. Elle représente l'utilisation des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (*NTIC*) dans le secteur médical **[1]**. Elle médiatise l'acte médical en interposant un outil de communication entre les médecins ou entre un médecin et son patient. La *télémédecine* ne remplacera jamais le contact immédiat médecin-malade mais vient s'ajouter aux outils du médecin au service du patient **[2]**.

En général, la *télémédecine* a pour rôle l'accès aux soins à distance, et l'échange de l'information médicale afin d'évaluer l'état du patient. Elle représente un enjeu considérable pour l'amélioration des conditions de soin et de vie de beaucoup de personnes **[3]**, **[4]**.
Dans les années soixante à soixante-dix, les premiers programmes de *télémédecine* ont été adoptés par les pays les plus vastes où la densité de population est faible pour répondre au problème d'isolement géographique de certaines populations **[2]**. En effet, ce type d'organisation propose une solution liée à la difficulté d'accès aux centres de soins spécialisés. Selon **[2]**, les premières expérimentations ont ainsi été implémentées et installées, par exemple en Australie (suivi psychothérapique à distance), en Écosse (dermatologie et médecine à distance pour les plates-formes pétrolières) et dans les zones rurales des États-Unis (*télé-soin*).

La *télémédecine* a aujourd'hui trouvé de nombreux champs d'applications, et se décline en différents termes dont il est difficile de déterminer une typologie unanime **[5], [6]**. On présente quelques catégories d'applications en *télémédecine*:

• Télésurveillance – Enregistrement télémétrique, généralement au domicile, de paramètres physiologiques ou ciblant l'environnement ou le comportement d'un patient, transmis en suite aux praticiens concernés.

• Téléconsultation – Examen d'un patient ou analyse des données le concernant sans interaction physique directe. On distingue deux types de téléconsultations: (1) soit le patient consulte de sa propre initiative un médecin par un réseau de communication interposé ; (2) soit le médecin consulté sollicite un avis diagnostic (télédiagnostic) ou thérapeutique

(télé-expertise) auprès d'un confrère situé à distance. On peut également citer dans ce cadre l'envoi et la consultation d'images médicales à distance (télé-imagerie, télé-radiologie).

• Télé-assistance – Aide thérapeutique directe apportée à distance au patient, conséquence possible de la téléconsultation.

• Télé-chirurgie – Manipulation de matériel médical (instruments chirurgicaux) contrôlée à distance par le praticien sur le patient (appelée aussi télémanipulation).

• Téléformation – Utilisation de l'outil informatique en particulier pour l'aide à la formation continue des médecins: contacts professionnels via le réseau, consultation des informations médicales (banque de données, imagerie, suivi d'études épidémiologiques et d'essais cliniques), consultation de cours de formation et visioconférences dans les universités (téléenseignement) et réunions.

• Télé-imagerie – recouvre la transmission d'images numériques médicales, elle intervient dans tous les domaines d'application de la *télémédecine*.

I.2.1 Les apports et les enjeux de la télémédecine

La *télémédecine* s'avère être une réalité médicale: elle s'impose déjà à travers l'usage d'outils comme le téléphone et la télécopie par exemple. Les progrès actuels des *NTIC* appliquées au domaine médical (imagerie médicale, débits de transmission, convivialité des systèmes, etc.), la miniaturisation des dispositifs, ouvrent des perspectives pour le développement de la *télémédecine* en termes d'accroissement de l'efficacité et de la qualité des soins, de partage des connaissances, ou encore de réduction des coûts de santé publique. Pour chaque acteur de la *télémédecine*, les avantages de ce type d'organisation sont nombreux **[6], [7].**

Pour les patients, la *télémédecine* permet d'améliorer la qualité des soins grâce à l'expertise possible à distance et, par conséquent, à la réduction des délais de prise en charge diagnostique et thérapeutique. Elle permet également de répondre au problème d'isolement géographique en assurant l'égalité d'accès aux soins. Les petits centres hospitaliers souffrent en effet du manque d'équipements et d'une pénurie de médecins. Si on considère le cas particulier de la surveillance à distance, la *télémédecine* répond au besoin d'autonomie, de sécurité et d'intégration sociale de patients souhaitant rester à leur domicile, et s'inscrit alors dans la dynamique des alternatives à l'hospitalisation.

L'intérêt des pouvoirs publics pour la *télémédecine* est directement lié à sa contribution dans la maîtrise des dépenses de santé publique, tout en améliorant l'accès à des soins de meilleure qualité.

- La *télémédecine* limite les déplacements des patients, du personnel médical et le transport.

- Elle réduit les durées moyennes de séjours en centre hospitalier.

- Grâce à l'accès distant au dossier médical, la *télémédecine* permet d'alléger la redondance des soins.

- Elle est liée directement à la contribution dans la maitrise des dépenses de santé publique.

- La santé devrait être amenée à représenter une bonne part du chiffre d'affaire mondial des télécommunications.

Un des enjeux est ainsi la conception d'outils "intelligents" facilitant l'exploitation personnalisée de grandes quantités de données disponibles, dans le contexte de chaque patient. Ces ensembles expérimentaux peuvent alors être à la base de nombreux projets de recherche.

À terme, la *télémédecine* pourrait également agir en faveur du transfert mondial de connaissances médicales, et améliorer par exemple l'aide aux pays en voie de développement ou émergents. Le développement de la *télémédecine* intéresse également beaucoup certains secteurs médicaux pour lesquels elle serait parfois l'unique solution d'intervention pour l'apport de soins. Il s'agit par exemple de la médecine maritime, de la médecine sportive, de l'armée, qui considère la *télémédecine* comme un moyen d'assister à distance les marins, sportifs en zone isolée, soldats, spationautes, etc.

D'après **[6]**, le bénéfice économique de la *télémédecine* reste ainsi encore incertain.

L'analyse des coûts par rapport à l'efficacité des applications est complexe et nécessite de nouveaux outils d'évaluation. Le problème d'évaluation économique provient également du caractère encore expérimental des applications en *télémédecine*, qui rend difficile la mise en œuvre d'analyses à grande échelle.

I. 2.2 Les freins au développement

Le développement des services de la *télémédecine* est confronté à des problèmes d'ordre culturel, juridique ou éthique, et à des réticences de la part des différents acteurs.
Les médecins et les patients craignent notamment qu'elle porte atteinte à la liberté d'exercice, au secret médical, et conduise finalement à une déshumanisation de la relation entre le médecin et son patient.

L'exploitation de l'outil informatique pour la détection, la consultation, le transfert et la sauvegarde des informations concernant les patients, ne doit pas nuire à leur confidentialité, leur efficacité et à leur fiabilité. D'autres points importants résident dans la responsabilité et la rémunération des praticiens.

En effet, la *télé-pratique* médicale n'est pas encore reconnue comme un acte médical à part entière. Le choix de la méthodologie et de la politique tarifaire de la *télémédecine* est également un problème à résoudre. La conception d'une telle technique des services de *télémédecine* en matière de sécurité et de protection doit être méthodique. Il faut prendre le temps d'une réflexion globale, avec un spécialiste de préférence et prendre des mesures à la fois d'organisation, architecturale, technique et électronique. Ainsi, s'il n'y a pas de règle générale, il y a un raisonnement et des questions à se poser.

Une autre crainte est celle de la fuite des compétences médicales des centres de soins les plus isolés. La délocalisation d'opérations médicales est en effet accompagnée du risque de regroupement des meilleurs spécialistes dans quelques grandes unités **[8]**. Au niveau méthodologique, l'hétérogénéité des besoins de chaque praticien et patient impose de développer des applications et services à un degré de compatibilité et d'interopérabilité important. Leur efficacité dépend d'une bonne gestion de la grande quantité d'informations générées, la précision dans les calculs numériques et de l'adaptation de services développés au contexte de l'environnement mobile.

Ces services de *télémédecine* nécessitent en particulier l'imagination de la technique déployée, le traitement personnalisé des informations dans le contexte d'un patient et prennent en compte bien peu de règles d'interprétation générales issues d'informations médicales.

I.2.3 Objectif

L'objectif de telles plateformes de services de *télémédecine* est de permettre aux medecins de vivre dans des conditions plus performantes, dans un environnement de confort. Ainsi, cette plateforme envisagée permet, à tout moment et en tout lieu, à un médecin d'être en contact permanent avec d'autres médecins dans les 4 coins du monde, pourvu qu'il dispose d'un terminal mobile. En raison du manque de médecins dans certaines régions, de la fermeture d'hôpitaux, et de l'utilisation de moyens diagnostiques et thérapeutiques de plus en plus complexes nécessitant l'expertise de professionnels de santé hautement qualifiés.

De nos jours les services mobiles sont de plus en plus nombreux (**FIG. I.1**), chaque fois on entend qu'un nouveau service mobile est apparu dans un secteur donné, que ce soit médical, commercial ou industriel, etc. Ces nouveaux services mobiles font appel souvent à l'utilisation des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (*NTIC*).

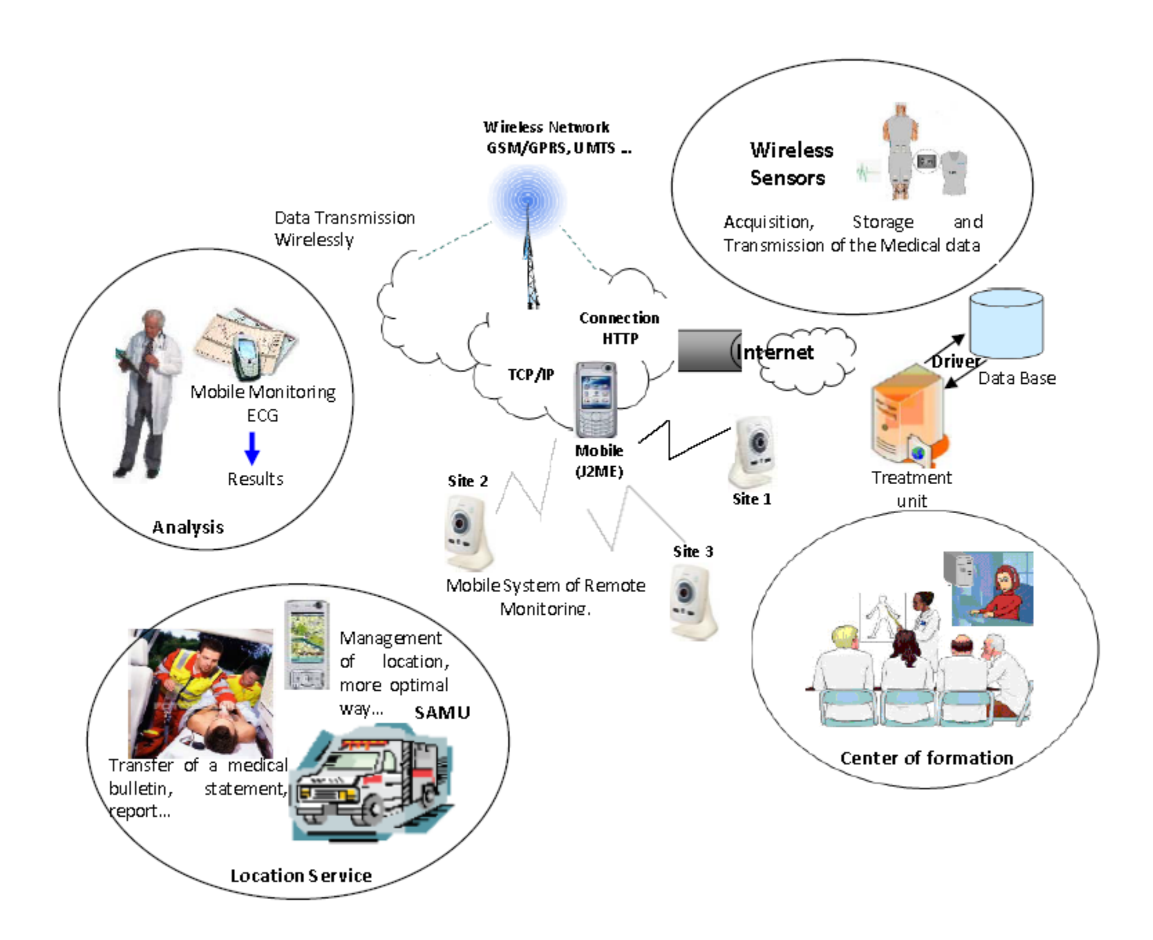


FIG. I.1 – *Plateforme de services de télémédecine*

I.2.4 Principe de télémédecine sur des terminaux mobiles

Le développement des services sur les terminaux mobiles destinés plus particulièrement aux personnes à risques s’appuie sur un système d’information global comprenant les éléments suivants Voir figure**(FIG. I.1)**:

Un ensemble de capteurs (sans fil ou filaire) de différents types (physiologie, environnement, multimédia, activité, signal *ECG*…) portés par la personne ou installés quelques parts, reliés entre-eux formant un réseau de capteurs (sans fil…) pour la collecte en temps réel de données et leur transmission périodique.

Des appareillages automatiques pour adapter l’environnement de vie de la personne à ses capacités personnelles, motrices et cognitives.

Des services importants développés sur les terminaux mobiles caractérisent la plateforme déployée pour les utilisateurs selon le type d’application et le domaine d’utilisation. Ils implémentent un traitement spécifique, au niveau de chaque entité définie responsable de l’acquisition, du stockage et du traitement des signaux reçus des capteurs. Ces services permettent aussi la gestion d’une base de données relative à la personne télé-surveillée, le transfert immédiat des données (un bulletin médical, PV, fiche de diagnostic,

rapport, messages d'alarmes…) et la mise en œuvre des systèmes intelligents pour le public en général.

Un transfert immédiat d'informations en temps réel à travers les réseaux sans fil universels, tout en assurant la mobilité, la sécurité et la fiabilité. Les échanges de données entre les différentes entités communicantes dans la plateforme conçue doivent être clairs, exactes (sans erreurs), fiables et efficaces afin de mieux exploiter les services proposés et améliorer les performances ciblées de la plateforme.

L'exploitation des terminaux mobiles dans des domaines extra communication vocale. Le principe dans le cadre de ce travail, est donc de détourner ces appareils de leur fonction de base et d'en faire un outil pour la *télé-imagerie*. Ce qui permet de développer des plateformes mobiles des services à valeurs ajoutées et par conséquent d'insérer d'autres options sur ce type de terminaux.

Suivre une stratégie d'adaptation au contexte mobile afin d'exploiter correctement les potentialités le service proposé.

I.2.5 Enjeux

Les fonctionnalités primordiales, nécessaire à la mise en place d'une plateforme de fourniture de services pour le domaine médical sont l'acquisition, la perception, l'analyse, le développement, la conception, le stockage et la transmission de données et d'informations relatives à la personne télé-surveillée.

Pour cela, nous pouvons énumérer les sous-systèmes clés de conception, du développement et de déploiement des services de soin à distance:

Système des capteurs de surveillance local – Il s'agit d'un réseau de capteurs sans fil local portés par la personne pour l'enregistrement et la transmission *télémétrique* de données relatives à une personne, à un environnement et à une activité.

Système d'analyse et de synthèse des données – La grande quantité de données collectées nécessite la conception et le traitement efficace *d'assistants intelligents* pour l'extraction d'informations pertinentes permettant la génération de messages et d'alarmes, l'aide au diagnostic et à la décision.

Système de bases de données – Les données collectées ou les informations extraites doivent être stockées dans des bases de données et accessibles pour leur consultation ou leur mise à jour.

Système d'interfaces – Les données et les informations issues de la *télémédecine*, le traitement, la synthèse et l'analyse des données collectées doivent être facilement accessibles aux différents acteurs du système.

Système de communication – Il s'agit de permettre l'interopérabilité des sous-systèmes à travers un réseau médical qui relie les capteurs de patients, les centres hospitaliers, les centres de *télé-vigilance* et plus généralement les différents acteurs du système.

La complexité des systèmes cités précédemment, réside dans l'hétérogénéité des acteurs du système impliqués, dans les nombreuses techniques informatiques exploitées pour le stockage, l'analyse et la transmission des informations. Elle est aussi liée à la quantité importante des données collectées, au traitement spécifique dans le contexte de chaque comportement d'un patient et à la difficulté de modélisation de l'état de santé d'une personne. La spécificité de services des soins à distance est la contrainte de traitement rapide, efficace et précis de larges ensembles de données évoluant au cours du temps, afin de répondre à l'objectif de détection *«au plus vite»* sans erreurs des situations critiques. Les difficultés de ces analyses sont en particulier liées à l'hétérogénéité des données collectées, aux facteurs d'influence agissant parfois fortement sur les paramètres observés, ainsi qu'aux dépendances mutuelles de ces paramètres.

I.3 Concepts généraux

On définit quelques concepts qu'on va trouver par la suite.

a- Terminaux mobiles

Dans notre travail, nous désignons par terminaux mobiles ou nomade tout environnement faisant référence à la mobilité de l'utilisateur et/ou la mobilité du terminal. Dans ce cas, les utilisateurs peuvent accéder et utiliser l'information indépendamment de leurs positions physiques.

Donc, nous pouvons dire qu'un terminal mobile peut être vu comme une intégration des appareils portables et d'un réseau sans fil, ou d'une combinaison des appareils portables et d'un réseau fixe. Dans les deux cas, la connexion est temporaire avec possibilité de déconnexion **[9]**.

b- Service

Un service est un ensemble de fonctions ou méthodes (liées aux applications, fonction de télécommunications, contenus, produits, etc.) offertes aux utilisateurs par des fournisseurs ou développeurs selon un accord de service implicite ou explicite **[10]**.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, les services à valeur ajoutée conçus, sont des services offerts au public en exploitant le support réseau. Ils sont développés explicitement, c'est à dire des applications externes au *PLMN* (l'opérateur réseau).

I.3 .1 Acteurs de développement de services

Les acteurs prenant part à la conception et au développement de services dans un environnement mobile sont nombreux: ils vont du concepteur à l'utilisateur de service. Nous ne considérons ici, que ceux qui entrent en jeu au moment de la fourniture et de l'activation du service. Ces acteurs sont de trois types:

a- Usager ou utilisateur mobile (utilisateur final)

L'utilisateur mobile possède des informations d'accès individuelles lui permettant d'utiliser et d'exploiter les services à partir de tout terminal mobile. Dans le modèle de conception et développement de services, les propriétés et les tâches suivantes caractérisent l'utilisateur mobile (utilisateur final):

- Il possède un téléphone mobile *Java Wireless Toolkit* qui accepte des applications *J2ME* ;

- Il est l'utilisateur de service, il veut toujours une transmission en temps réel avec une bonne qualité à la réception ;

- Il peut appeler à tout moment et n'importe où, le service qu'il souhaite à l'aide de l'application chargée sur son mobile ;

- Il reçoit les résultats obtenus par les algorithmes de calcul sur son terminal mobile ;

- Il valide les résultats obtenus sanctionné par une prise de décision ;

b- Opérateur de téléphone mobile (PLMN)

L'opérateur réseau (ou *PLMN)* a pour objectif de gérer l'abonnement de l'usager. Il fournit les informations d'accès à chaque abonné ainsi que l'infrastructure d'exécution et les applicatifs nécessaires à l'exécution des services de communications mobile ou public. Il peut également proposer ses propres services aux utilisateurs mobiles. Il est caractérisé par les propriétés et les tâches suivantes :

- Il possède un réseau d'accès mobile (*GSM, GPRS…*)

- Il est à l'écoute de ses utilisateurs mobiles et il propose les supports nécessaires pour la transmission

- Il assure la confidentialité par des mécanismes de sécurité (chiffrement…) avec une bonne qualité de données reçues **[11]**.

c- Fournisseur ou développeur de services

Un *PLMN* offre également des services proposés par des fournisseurs ou développeurs de services indépendants. L'utilisateur final n'a pas nécessairement connaissance de l'existence de ces fournisseurs, car l'opérateur réseau dans ce cas, ne fait que de l'intermédiaire et par conséquent il est en mesure de masquer leur existence.

I.3.2 Organismes, technologies et standards existants

Avant de présenter notre projet de fin d'étude lié à la fourniture d'un service de *télé-imagerie* sur des unités portatives, nous présentons d'abord les organismes de normalisation, les technologies et les standards qui nous intéressent le plus.

I.3.2.1 Réseaux sans fil

Actuellement, les réseaux sans fil sont très présents dans des domaines qui n'ont, à l'origine, pas de liens particuliers avec les télécoms (*télémédecine* par exemple). Cet intérêt croissant va de pair avec des facteurs économiques et sociaux: la mobilité des utilisateurs s'accroît, les concepteurs cherchent à limiter le nombre de connections filaires en concentrant toutes les communications sur un seul bus, les besoins de systèmes embarqués autonomes sont plus fréquents. Tous ces exemples choisis parmi tant d'autres illustrent le nouvel attrait pour les réseaux et les télécoms. Plus récemment, c'est le *« tout sans fil »* et le *« haut débit »* qui se sont largement développés.

- ***Bluetooth (IEEE 802.15.1)***

La technologie *Bluetooth* a été implémentée à l'origine par *Ericsson*. Elle permet des communications par onde radio à courte distance (10 m) entre plusieurs appareils (imprimantes, téléphone portable, clavier…) avec une faible consommation d'énergie.

Les applications de cette norme vont du marché de la téléphonie mobile en passant par les équipements informatiques. Elle est bien adaptée aux communications en temps réel **[12]**.
Cette technologie a été normalisée par l'*IEEE* sous la référence *IEEE 802.15.1*. Elle exploite la bande de fréquence 2,45 GHz avec un débit de 1Mbps.

- ***ZigBee (IEEE 802.15.4)***

L'objectif de cette technologie est d'élaborer une solution simple de communication sans fil à faible débit procurant une autonomie d'énergie de plusieurs mois voire de plusieurs années. Elle est basée sur le standard *IEEE 802.15.4* (au niveau des couches physique et *MAC*) pour les réseaux à dimension personnelle. La spécification initiale de *ZigBee* propose un protocole lent dont le rayon d'action est relativement faible, mais nécessitant nettement moins de ressource que le *Wi-Fi* ou le *Bluetooth* et dont la fiabilité est assez élevée.

- ***UWB (IEEE 802.15.3)***

La technologie *UWB* connaît actuellement un essor spectaculaire. Elle est destinée à la transmission de données à très haut débit. Le fonctionnement de cette technologie est fondé sur une technique de modulation radio qui consiste à envoyer des impulsions de très courte durée (souvent inférieures à la nanoseconde) sur une très large bande de fréquences, offrant ainsi un débit de 480 Mbps sur de très courte distance (1 à 10 mètres) **[13]**. Elle est envisagée pour la liaison *PC* et ses périphériques (de type lien vidéo ou *USB* sans fil) nécessitant un très haut débit et une faible portée.

Cette technologie ouvre la voie à de nombreux travaux dans le domaine médical, tels que la conception des réseaux de capteurs intelligents, la surveillance médicale, la médecine préventive, le monitoring du cœur, la sécurité personnel, la localisation des patients, etc.

I.3.2.2 Réseaux d'accès radio-mobiles

Les progrès technologique dans le domaine des réseaux de télécommunications mobiles, ont vu l'apparition des technologies numériques au début des années 1990. En Europe (*GSM*), au Japon (*PDC*) et aux Etats Unis (*PCS*) **[12]**. L'évolution du réseau radio mobile *GSM* (dit de *2ème génération «2G»*) vers *l'UMTS* (dit de *3ème génération «3G»*) ensuite vers la *«4G»* (*4ème génération*) passe par des générations intermédiaires comme le *GPRS*, *HSCSD* ou *EDGE* (dites *«2.5G»*), *HSDPA* (*3.5G*) et *HSUPA* (*3.75G*) qui seront présentés dans les paragraphes suivants.

- ***GSM (2G)***

Le service le plus important dans les réseaux cellulaires *GSM* est le service de la voix. Cette technologie a pour premier rôle de permettre des communications entre abonnés mobiles et abonnés du réseau fixe (*RTC*). Le réseau *GSM* s'interface avec le réseau *RTC* et comprend des commutateurs. Il se distingue par un accès spécifique: *la liaison radio*.

La satisfaction de ***l'utilisateur final*** se traduit par trois contraintes de fonctionnement:

-L'abonné doit pouvoir joindre n'importe quelle personne à n'importe quel moment et à n'importe quel endroit ;

-Après établissement de la communication, la conversation est audible et compréhensible par les deux interlocuteurs ;

-La ligne téléphonique n'est pas coupée en cours de communication.

Pour ***l'opérateur***, ceci se traduit par trois contraintes techniques:

- Une couverture nationale ;

- Un dimensionnement correct des liens radio et réseau (pour la disponibilité des ressources) ;

- La mise en place de mécanismes efficaces de gestion du lien radio (pour la minimisation du taux de coupure) **[11]**.

- ***GPRS (2.5G)***

Le standard *GPRS* représente une évolution majeure de la norme *GSM* et une transition vers la troisième génération, on parle généralement de *2.5G* pour classifier ce standard. L'exploitation du mode de transfert des données par paquets et l'augmentation des débits ouvrent la porte aux communications mobiles multimédia. Ce standard peut être considéré comme un réseau de données à part entière (commutation de paquet) qui dispose d'un accès radio réutilisant une partie du réseau *GSM* **[14]**. Le réseau *GPRS* est relié à différents réseaux de données par l'intermédiaire de l'*Internet* (*Protocole IP*). Pour cela, il est indispensable qu'un terminal *GPRS* dispose d'une adresse *IP* dont le champ réseau est spécifique à ce type de support.

Les débits théoriques autorisés par cette génération (de 9.6 Kbps à 171.2 Kbps) permettent d'envisager de nombreuses applications tels que la consultation du Web, le transfert de fichiers, la transmission de vidéo compressée, etc. La facturation en *GPRS* se fait selon le volume échangé plutôt qu'à la durée de connexion, ce qui signifie notamment qu'il peut rester connecté sans surcoût.

- ***Technologie 4G***

Les futures générations de réseaux opérés (*4G*) reposent sur l'intégration de plusieurs systèmes et technologies d'accès sans fils. Ce système de télécommunication représente la convergence entre la *3ème génération* et les diverses technologies radio complémentaires. Cela permet de réduire les coûts de déploiement et d'augmenter la couverture à moindre

frais **[15]**. Les terminaux de cette technologie devront donc être capables de sélectionner à chaque instant la meilleure solution pour accéder à un réseau donné. L'objectif ici, est de fournir aux utilisateurs mobiles des services rapides et sans interruption dans un environnement hybride. Cette génération offre des taux de données supérieurs à 100 Mbps.

- ***HSCSD ou EDGE***

EDGE représente une seconde forme d'évolution des systèmes *2G*. Il s'agit d'une simple évolution de la technologie *GSM/GPRS* et du système *TDMA* permettant d'obtenir un débit qui peut aller jusqu'à 384 Kbps. Mais c'est beaucoup moins performant que la *3G* et son rendement optimal est obtenu lorsqu'il est combiné avec un réseau de commutation par paquet (*GPRS*).

Ce standard utilise une nouvelle modulation du signal (*8PSK*) qui permet d'améliorer l'efficacité spectrale et la capacité du réseau. Un terminal mobile dans un réseau *EDGE* est capable de transmettre et de recevoir sur plusieurs intervalles de temps (IT) **[15]**. Cette technique permet de définir des circuits allant jusqu'à 6 IT alloués aux mobiles par trame *TDMA* ; ce qui permet d'envisager des débits de l'ordre 19.2 Kbps, 28.8 Kbps, 38.4 Kbps, 48 Kbps, 56 Kbps ou 64 Kbps suivant le nombre des canaux alloués.

- ***UMTS (3G)***

La norme *UMTS* est une évolution de la deuxième génération à la troisième génération (*3G*). Elle constitue une voie royale pour le développement de produits et de services multimédias. Les technologies développées autour de cette norme conduisent à une amélioration significative des services et des vitesses de transfert avec des débits supérieurs à 144 Kbps et pouvant aller jusqu'à 2 Mbps. Cette amélioration des débits est rendue possible grâce à l'évolution des technologies radio qui autorisent une meilleure efficacité spectrale et l'exploitation de bandes de spectre de fréquences supérieures à celles utilisées par la technologie *GSM* **[16]**.

I.3.2.3 Modèle TCP/IP

TCP/IP est né de la réflexion de chercheurs américains. *IP* est un protocole qui permet d'envoyer des informations élémentaires de machine à machine. Les chercheurs ont développé un autre protocole de nom *TCP*. Le nom de *TCP/IP* a donc été choisi en référence à ces deux principaux protocoles qui le caractérisent. Aujourd'hui, ce modèle intègre beaucoup d'autres protocoles (*FTP, SMTP, HTTP …*). *TCP/IP* est un protocole qui nécessite une coopération des *OS (Systèmes d'exploitation)* des machines.

TCP/IP est très répandu, car sa robustesse a été prouvée (quelques millions de machines interconnectées dans le monde). Tous les applicatifs réseaux doivent pouvoir communiquer entre eux, quelque soit l'architecture ou la plateforme utilisée. Pour cela, les opérations sur les réseaux ont été divisées en plusieurs phases de base, de manière à simplifier la portabilité des applicatifs sur toutes les plateformes **[17]**, **[18]**, c'est ce qu'on appelle en couche. Un standard a alors été créé, normalisé par *l'OSI* sous la référence *OSI-RM*, utilisant 7 couches distinctes.

- **Description du modèle**

Dans les réseaux *Internet*, les données qui y circulent sont divisées en *paquets*. Ces derniers sont acheminés par un protocole appelé *IP*. Ces différents paquets appartenant à une même transaction peuvent emprunter des chemins différents sur le réseau. C'est une des conséquences du *Routage* (technique d'acheminement des paquets) effectué par les *Routeurs*.

L'autre protocole principal de *l'Internet* est *TCP*. Il utilise les services *d'IP* afin d'établir une communication fiable entre deux machines distantes.

Ces deux protocoles assemblés sous *TCP/IP*, se présentent sous la forme d'une architecture en couches, inspiré du modèle *OSI*, mais en contient uniquement quatre au lieu de sept :

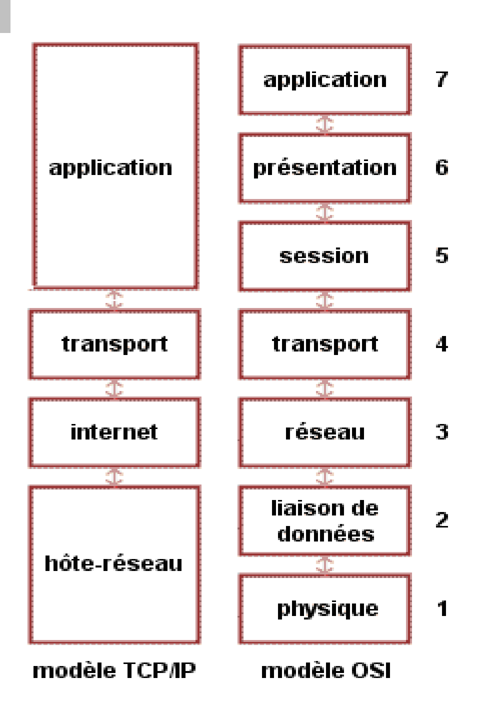


FIG. I.2 *Comparaison entre le modèle OSI et TCP/IP.*

Le modèle *TCP/IP* ne suit pas tout à fait l'architecture en couche du modèle *OSI* (*Comparaison entre le modèle OSI et TCP/IP).*

Après expérimentation, il s'est avéré qu'une carte réseau devait regrouper les couches 1 et 2 pour obtenir des performances correctes. Toutefois, il existe quelques cas où ces couches sont différenciées dans le modèle *TCP/IP.*

I.3.2.4 Les protocoles du Réseau Internet

- **Le protocole IP**

Le protocole *IP* est au cœur du fonctionnement d'Internet. Il assure sans connexion un service non fiable de délivrance de datagrammes *IP*. Le mode de transmission est non connecté, car *IP* traite chaque datagramme indépendamment de ceux qui le précèdent et le suivent. Son rôle est centré autour des trois fonctionnalités suivantes :

- Définir le format du datagramme *IP* qui est l'unité de base des données circulant sur *Internet*.

- Définir le *Routage* dans *Internet*.

- Définir la gestion de la remise non fiable des datagrammes. (Notons que ce protocole est situé sur le niveau2 du model *TCP/IP*)

- ***Le protocole TCP***

TCP est un protocole de transport (couche 3) orienté connexion. Il permet de fournir un flux d'octets fiable assurant l'arrivée des données sans altérations et dans le bon ordre, avec retransmission des paquets.

- ***Le protocole UDP***

Contrairement au *TCP*, *UDP* est moins fiable mais plus simple, orienté non connexion. Il n'y a pas de correction d'erreur, pas de retransmission, pas de réorganisation des paquets.

UDP est également bien adapté aux applications dites temps réel : téléphonie, visioconférence. Il est donc préférable de se baser sur un protocole plus léger et plus rapide, plutôt que d'utiliser *TCP*, dont les fonctions de sécurité ne pourraient pas être exploitées.

- **Le protocole HTTP**

HTTP est un protocole de niveau application suffisamment léger et rapide pour une communication client-serveur. Ce protocole peut fonctionner sur n'importe quelle connexion fiable, dans les faits le protocole *TCP* est implémenté dans la couche de transport. *HTTP* utilise alors par défaut le port 80 (443 pour *HTTPs*) **[19]**.

Les Clients *HTTP* les plus connus sont les navigateurs Web permettant à un utilisateur d'accéder à un serveur contenant les données. Il existe aussi des systèmes pour récupérer automatiquement le contenu d'un site tel que les aspirateurs de site ou les robots d'indexation.

Méthode	Description
GET	Requête de la ressource située à l'URL spécifiée
HEAD	Requête de la ressource située à l'URL spécifiée
POST	Envoi de données au programme situé à l'URL spécifiée
PUT	Envoi de données à l'URL spécifiée
DELETE	Suppression de la ressource située à l'URL spécifiée

Tableau I.1– *Les commandes utilisées dans une requête HTTP.*

La communication entre les deux entités (*Client-serveur*) se fait en deux temps :

- Le navigateur effectue une requête *http*.
- Le serveur traite la requête puis envoie une réponse.

Les deux méthodes les plus utilisées sont *GET* et *POST*. La méthode *GET* est la plus simple, elle consiste a récupérer le contenu d'un document se trouvant a une *URL* précise. La méthode *POST* permet d'envoyer des informations d'un formulaire au serveur.

La méthode *HEAD* sert essentiellement à obtenir les propriétés d'un document mais pas son contenu.

Dans la pratique bien peu de serveurs autorisent les actions de type *PUT* et *DELETE* pour des raisons évidentes de sécurité.

Une version sécurisée du *http* cryptant toutes les requêtes échangées a donc été créée à cet effet et se nomme *https*. Elle est essentiellement idéale pour les transactions du commerce

électronique (E-Commerce), en particulier les services bancaires en ligne. Cette version repose et bénéficie de la solidité du protocole *SSL* qui est un standard permettant de sécuriser des transactions qui a été développé par Netscape en collaboration avec des sociétés telle que Bank of America **[12]**. Son principe, basé sur un procédé cryptographique par clé publique de type asymétrique, procure une plus grande sécurité.

I.3.2.5 WAP

Le protocole *WAP*, destiné aux applications sans fil, est un ensemble de standards et technologie permettant de faire fonctionner des applications sur un terminal mobile (les téléphones portables, *PDA*, les assistants numériques personnels...) **[20]**.

Dans le cadre de notre projet « ***Télé-imagerie médicale mobile*** », nous proposons de développer une application qui permet de prendre en charge, à distance, le transfert d'une image médicale à l'aide d'un terminal mobile (voir chapitre 03). Donc nous allons orienter tous notre travail vers la catégorie «*télé-imagerie* » que nous développons dans les paragraphes suivants.

I.4 La télé-imagerie

La télé-imagerie est l'une des catégories importante de la *télémédecine*. Elle recouvre la transmission d'images numériques médicales, elle intervient dans tous les domaines d'application de la télémédecine, télé-expertise, téléconsultation, téléenseignement et recherche.

La télé-imagerie est rendue possible grâce à la numérisation des images médicales. Deux éventualités sont à envisager: numérisation secondaire d'un cliché radiologique, analogique classique ou acquisition directe d'une image numérique. Les transmissions des images médicales imposent un haut débit, pour obtenir instantanément une excellente qualité de reproduction d'images. Pour faire face au très grand nombre d'informations à transmettre et à archiver, on a recours généralement à une compression informatique des données, sans perte d'information. Dans tous les cas, l'interactivité est fondamentale dans tous ces types de transmission. Toutes ces techniques de télétransmission d'images sont déjà utilisées **[21]**.

I.4. 1 Objectif

L'objectif majeur de la télé-imagerie est l'échange et le partage entre professionnels de santé, d'examens d'imagerie médicale et de données cliniques ou biologiques permettant le diagnostic de la maladie. Cette coopération permet aussi l'élaboration et la planification de la stratégie thérapeutique, ainsi que le suivi de son efficacité, voire le choix de traitements

alternatifs en cas d'échec. La télé-imagerie peut donc être considérée comme une pratique médicale coopérative d'aide à la décision clinique basée sur l'image.

Elle est amenée ainsi à optimiser l'efficience du système de soins en mettant en synergie les compétences médicales nécessaires pour détecter, identifier, évaluer, soigner et guérir les patients qui bénéficient des nouvelles organisations basées sur la télé-imagerie **[22]**.

I.4. 2 avantages

☐ Elle facilite la réponse à l'inégale répartition géographique de l'expertise en imagerie médicale.

☐ Elle permet d'optimiser la prise en charge des patients relevant de soins d'urgence et/ou de filières spécialisées (AVC, neurochirurgie, oncologie, pédiatrie…).

☐ Elle optimise les collaborations médicales nécessaires à l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies thérapeutiques complexes et adaptées à toutes sortes de pathologies.

☐ Elle est un vecteur indispensable à la recherche clinique.

☐ Elle est également un excellent outil de formation médicale initiale et continue et d'amélioration des pratiques professionnelles **[22].**

I.4.3 inconvénients

La télé-imagerie médicale n'est pas sans poser un certain nombre de problèmes juridiques, déontologiques, éthiques et économiques, tels ceux concernant le secret médical, le droit à réparation, l'obligation de moyens, la mise en cause du colloque singulier, l'information du patient **[21].**

- Manque d'ergonomie des consoles
- Dégradation de la qualité de l'image
- Perte de temps (numérisation)
- Investissement pour rendre l'appareil compatible (s'il ne l'est pas d'origine)
- Perte d'information variable selon le facteur de compression **[23]**.

I.5 Conclusion

La *télémédecine* est un outil d'amélioration de la qualité des soins ;

- elle peut rendre de précieux services aux malades

- elle favorise l'accès à des ressources professionnelles spécialisées ou ultraspécialisées en région éloignée

Ce chapitre représente le développement de la *télémédecine,* Nous avons identifié l'ensemble des besoins relatifs à la conception et le déploiement des services dans les environnements mobiles. Ces besoins sont liés à la gestion de la mobilité, la personnalisation, l'hétérogénéité de ces environnements, l'adaptabilité et la sensibilité au contexte.

En parallèle la *télé-imagerie* médicale est la transmission d'images numériques. Celle-ci dépend de facteurs purement technologiques et de facteurs associés .une fois les images sont transmises, il faut qu'elles soient traiter et le traitement nécessite des techniques comme l'acquisition, compression, analyse, synthèse ;

la télé-imagerie médicale devra s'adapter aux nouveaux outils technologiques (appareils numériques « camera, appareil photo », internet, stations de lecture…).

Acquisition et traitement des images

II.1 Introduction

Quotidiennement nous rencontrons des images de toutes sortes dans notre environnement: des photographies de paysages, de personnes, des peintures, des dessins par ordinateur, des images de radiologie médicale, des images prises par des satellites… **[24]**.

Le but de ce chapitre est de fournir les éléments nécessaires à la compréhension de ce qu'est l'acquisition, l’analyse et la synthèse des images ainsi que les différentes normes de codages utilisées en compression afin de transmettre ou de stocker l’image.

II.2 Eléments de perception visuelle

La perception humaine de la couleur est la réponse que donne notre récepteur. L’œil est notre système d’interprétation. Le cerveau a une source lumineuse soit primaire soit secondaire quand elle est issue de la réflexion ou de la transmission par un matériau d’une source primaire. Outre la lumière et le matériau caractérisés par leurs propriétés physiques, l’œil et le cerveau propre à chaque individu ajoutent un caractère physiologique et psychologique à la sensation de couleur **[25]**.

II.2.1 La lumière [26]

La lumière est une onde électromagnétique, se propageant dans l’espace et le temps. Les ondes électromagnétiques sont caractérisées par leur longueur d’onde, trajet parcouru par l’onde pendant une période, et leur fréquence. L’ensemble des ondes électromagnétiques comprend les rayons gamma, X, ultraviolets, infrarouges, les ondes radios, etc.

L’onde est constituée d’un champ magnétique et d’un champ électrique se propageant dans un milieu matériel ou immatériel. Elle est caractérisée par sa fréquence et sa longueur d’onde donnée par l’expression :

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Où :

V : est la vitesse de l’onde dans le milieu considéré. Dans le vide : v = c (la célérité de l’onde).

Ainsi, plus la longueur d’onde du rayonnement est élevée, plus sa fréquence est basse et inversement.

- **Le spectre électromagnétique**

Le spectre électromagnétique décrit la répartition des ondes électromagnétiques en fonction de leur fréquence :

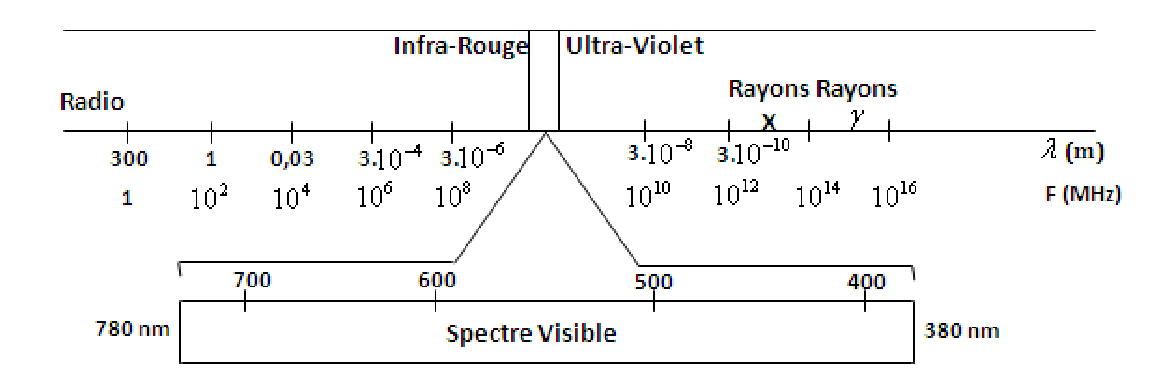


FIG.II.1– spectre visible

Les ondes de faible fréquence, de quelques kilohertz (KHz) à plusieurs gigahertz (GHz), sont appelées *Ondes Radio* ou *Ondes Hertziennes*, à des fréquences lus élevées se trouvent par ordre de fréquence croissant, *l'Infrarouge*, *la lumière visible* (longueur d'onde entre 400 et 700 nm) et *l'Ultraviolet*. Enfin, aux fréquences les plus élevées, se trouvent le domaine des *Rayon X* (entre 1 et 100 nm), puis celui des *Rayons GAMMA* (longueur d'onde inférieur à 1 nm).

II.2.2 la luminosité [27]

Considérons une image noire et blanche: on attribue aux parties blanches une plus grande *luminosité*, une plus grande brillance, qu'aux parties grises. Cette *luminosité* est nulle pour les parties noires.

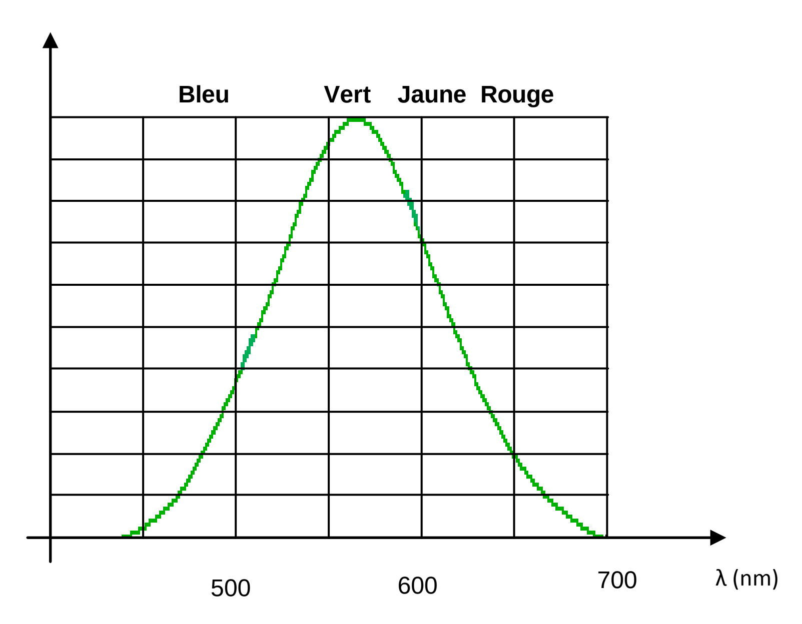


FIG. II.2 – *Courbe de sensibilité relative de l'œil humain.*

Pour une image isolée, en raison de la courbe de sensibilité relative de l'œil **(FIG. II.2)**, certaines couleurs (le vert, le jaune) apparaissent à éclairement égal, plus lumineux que d'autres (le bleu, le rouge). La sensation de *luminosité* relative correspond physiquement à l'énergie lumineuse perçue par l'œil.

II.3 Acquisition d'images

II.3.1 Théorie

Le but de l'acquisition d'images est de convertir une vue du monde réel en une image numérique **[28]**.

Une image numérique peut être vue comme un ensemble de points (*x*, *y*, *v*), appelées aussi pixels (abréviation de *picture element*) pour lesquels, *x* (entier) correspond à l'abscisse du pixel, y (entier) l'ordonnée du pixel et v (entier) l'intensité lumineuse du pixel **[LIV 1]**.

Une image peut être aussi vue comme un signal monodimensionnel, cela est concrétisé dans les capteurs actuels qui délivrent leur image pixel par pixel. Les lois classiques du traitement du signal peuvent donc être appliquées, notamment en ce qui concerne la numérisation du signal. La figure **(FIG. II.3)** permet de mettre en évidence les deux concepts clefs du passage d'un signal continu à un signal discret: *la quantification* et *l'échantillonnage* **[28]**.

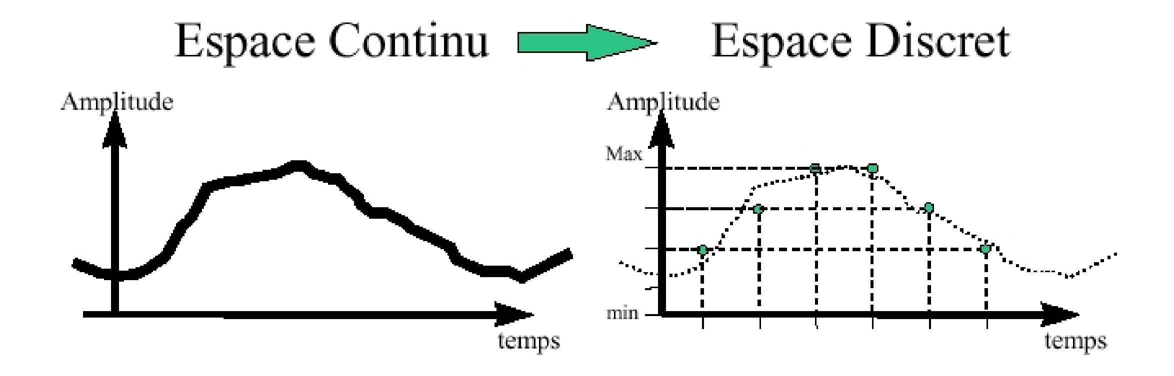


FIG. II.3 – *Numérisation d'un signal.*

II.3.1.1 Échantillonnage

Ce traitement concerne l'axe du temps **(FIG. II.3)**.

L'échantillonnage spatial optimal (Théorème de Shannon) impose une fréquence de discrétisation (ou échantillonnage) au moins double de la fréquence maximale du signal d'entrée pour pouvoir reconstruire celui-ci **[LIV 2]**.

Dans notre cas, il est impossible de connaître la fréquence maximale du signal d'entrée (vue du monde réel), de plus les capteurs utilisés ont tous une bande passante imposée. C'est par exemple le nombre de pixels d'un capteur *CCD*.

On peut donc dire qu'un filtre passe-bas est appliqué à l'image réelle. Cette étape d'échantillonnage donne aussi la bande passante du signal numérique.

II.3.1.2 Quantification

Ce traitement concerne l'axe des amplitudes **(FIG. II.3)**.

Pour compléter la numérisation de l'image, l'échantillonnage spatial doit être suivi par une quantification de l'intensité des échantillons.

Le principe de la quantification est de diviser la dynamique du signal analogique par un certain nombre d'intervalles et d'affecter la même valeur à chaque valeur de l'intensité contenue dans un intervalle donné.

Le problème consiste à déterminer le nombre d'intervalles et la variation de leur largeur en fonction de l'intensité.

Généralement, la grille de quantification est linéaire, c'est à dire que la largeur des intervalles est constante, et le nombre d'intervalles est codé sur k bits. La largeur de l'intervalle correspond à la plus petite variation du signal perçue, c'est le *quantum*.

Aujourd'hui, la plupart des numérisations se fait sur 8 bits (k = 8).

II.3.2 Entrelaçage des images

L'entrelaçage des images est un concept issu de la télévision. Pour rendre la visualisation des images animées sur un écran de télévision plus confortable, plus fluide, les ingénieurs ont pensé à afficher l'ensemble des lignes paires de l’image d'abord, puis l'ensemble des lignes impaires. Ainsi, la résolution verticale reste bonne et la fréquence de rafraîchissement est doublée.

En fait l'image entière est toujours renouvelée tous les 1/25 ème de seconde en Europe (1/30 ème de seconde aux États-Unis), mais localement dans l'image, la moitié des pixels sont renouvelés tous les 1/50 ème de seconde en Europe (1/60 ème de seconde aux États-Unis).

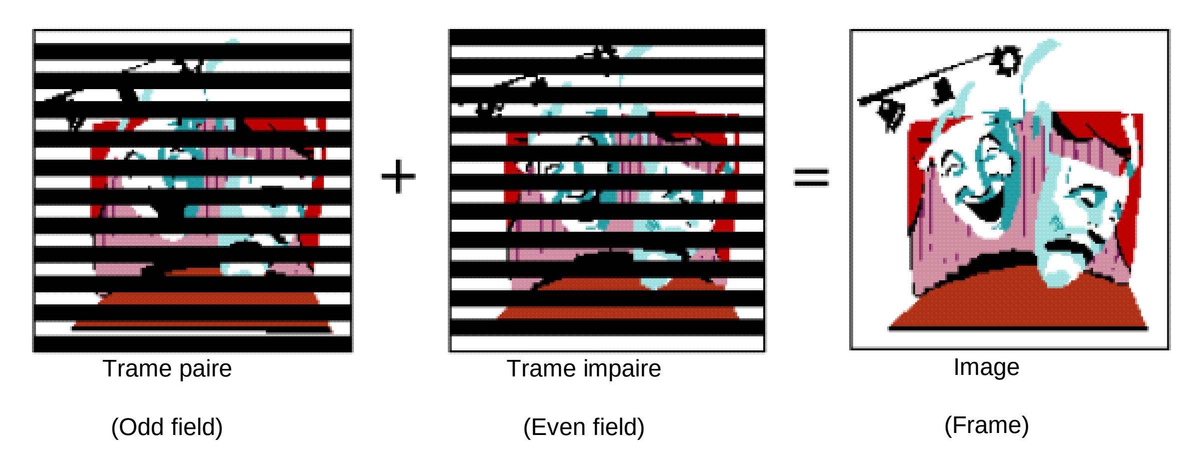


FIG. II.4 – *Entrelaçage des images.*

Dans l'acquisition d'images, ou plus exactement dans l'analyse des images, l'entrelaçage pose le problème des contours dentelés. La prise d'image d'une scène statique ne pose pas de problème, les deux trames sont prises avec un intervalle de 1/50 ème de seconde, mais comme rien n'a bougé, l'image obtenue est nette et l'ensemble des lignes peut être utilisé pour le traitement **(FIG. II.4)**. Par contre, si quelque chose a bougé dans la scène, ou si la caméra bouge elle-même, les deux trames se trouvent décalées **(FIG. II.5)**.

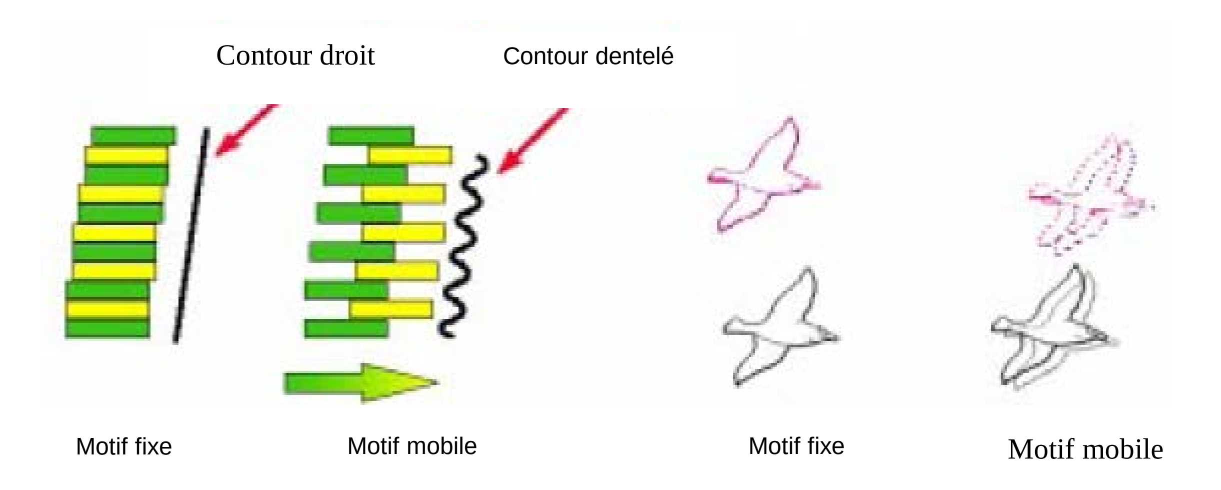


FIG. II.5 – *Phénomène de décalage des trames.*

Notre travail consiste à utiliser une caméra afin de capturer les images à distance. La partie suivante sera consacrée au principe de fonctionnement de la caméra.

II.3.3 Capteur d'image: Caméra

II.3.3.1 Taille de capteur

L'appellation de la taille des capteurs type *CCD* ou *CMOS* est une aberration. En effet, pour spécifier la taille d'un capteur, on parle de *quart de pouce*, de *demi-pouce* ..., or ces

dimensions ne correspondent à rien du point de vue physique. Il s'agit en fait d'équivalence avec la diagonale des capteurs de la génération précédente, les caméras à tube.

Dénomination du capteur	**Horizontale (mm)**	**Verticale (mm)**	**Diagonale (mm)**	**Diagonale (Inches)**
1/4"	3.2	2.4	4.0	0.16
1/3"	4.8	3.6	6.0	0.24
1/2"	6.4	4.8	8.0	0.31
2/3"	8.8	6.6	11.0	0.43
1"	12.6	9.5	15.8	0.62

TAB. II.1 – *Dénomination et tailles des capteurs CCD ou CMOS.*

Le tableau **(TAB. II.1)** donne les dimensions des capteurs utilisés actuellement. Le format (largeur / hauteur) est de 4/3 pour quasiment tous les capteurs utilisés en milieu industriel ou de laboratoire.

II.3.3.2 Ouverture de champ (volume de travail)

Le but est ici de calculer le champ visuel **(FIG. II.6)** en fonction du matériel existant, ou à l'inverse de dimensionner le matériel en fonction du champ à visionner.

Les paramètres principaux entrant en ligne de compte sont : les dimensions (horizontale et verticale) du capteur, la focale de l'objectif et les angles de vue (horizontale et verticale).

Le schéma de la figure **(FIG. II.7)** présente les grandeurs mises en jeu. Il peut être interprété pour le calcul horizontal ou vertical du champ.

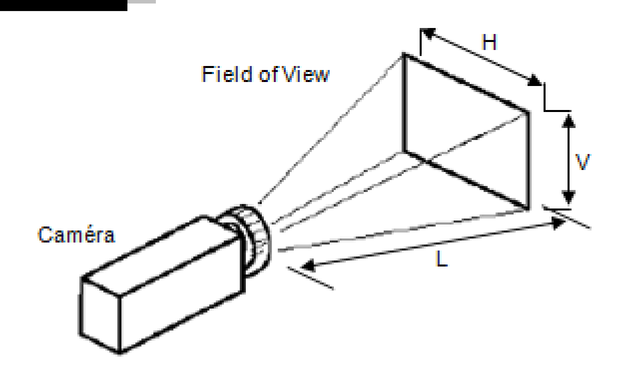


FIG. II.6 – *Champ visuel de la caméra.*

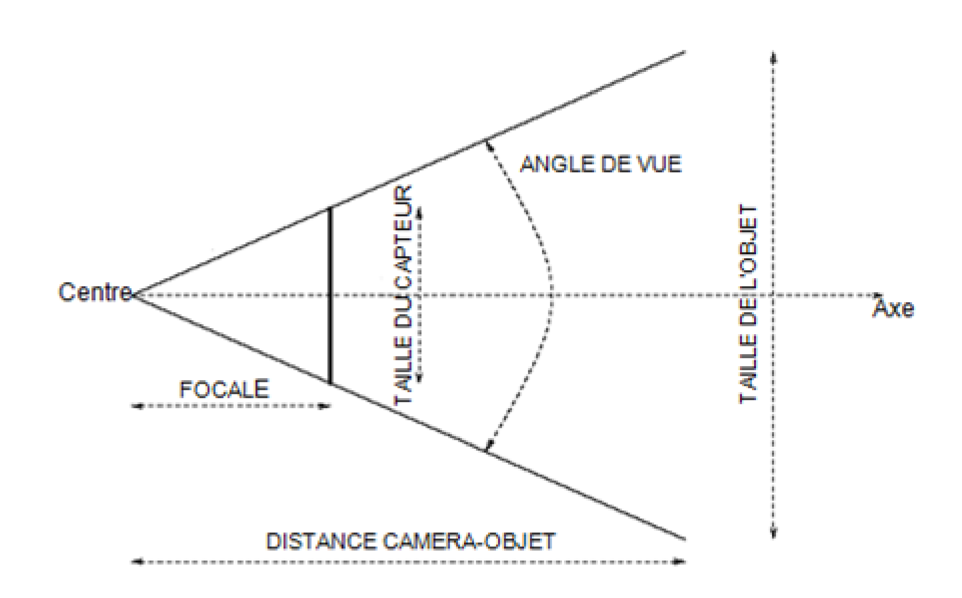


FIG. II.7 – *Schéma permettant le calcul du champ de vue.*

Focale (mm)	Distance (m)	Objectif photo
6	1,25	30
8	1,67	40
10	2,08	50
12	2,5	60
16	3,33	80
25	5,20	125

TAB. II.2 – *Distances d'un objet en fonction de la focale.*

A - Premier cas : la caméra est connue, donc les dimensions du capteur aussi ; l'objectif est connu, donc la focale aussi ; et on cherche à déterminer l'angle de vue, ou encore la taille maximale d'un objet à une certaine distance. On a alors :

$$Angle_de_vue = arctangente(taille_du_capteur / focale) \qquad \textbf{(II.1)}$$

$$Taille_objet = (taille_du_capteur * distance_objet / focale) \qquad \textbf{(II.2)}$$

B - Deuxième cas : Un objet dont la taille est connue, se trouve à une distance connue ; on cherche à dimensionner le système caméra objectif pour avoir cet objet en pleine échelle. Il y a plusieurs solutions car les paramètres taille du capteur et focale sont dépendants. Il faut donc contraindre une des deux grandeurs. Dans la plupart des cas, la taille du capteur est aussi connue, car la caméra existe déjà.

Avec une caméra demi-pouce (voir taille correspondante), on obtient:

$$Focale = (taille_du_capteur * distance_objet / taille\ objet). \qquad \textbf{(II.3)}$$

Le tableau **(TAB.II.2)** indique la distance à laquelle il faut mettre la caméra pour qu'un objet d'une hauteur d'un mètre soit vu en pleine échelle, et cela en fonction de la focale.

Dans cet exemple, la caméra possède un capteur demi-pouce, la dimension du capteur pour la hauteur dans l'image est sa hauteur (4.8 mm).

La dernière colonne indique la focale équivalente dans le cas d'un appareil photo fonctionnant à base de pellicule de taille 24x36 mm. Le rapport de 5 entre la première et la dernière colonne correspond bien au rapport de taille entre les capteurs, à savoir 4.8 et 24 mm.

II.3.3.3 L'éclairage

La lumière est la base même de l'acquisition d'images. Un objet n'est pas visible par lui-même, c'est en fait la lumière réfléchie par cet objet qui est perçue.

a- Les modèles d'illumination

Le capteur d'images détecte des radiations lumineuses. Celles-ci **(FIG. II.8)** peuvent venir soit directement de l'objet (sources de lumière), soit d'une transmission (objets transparents ou translucides), soit d'une réflexion (objets opaques).

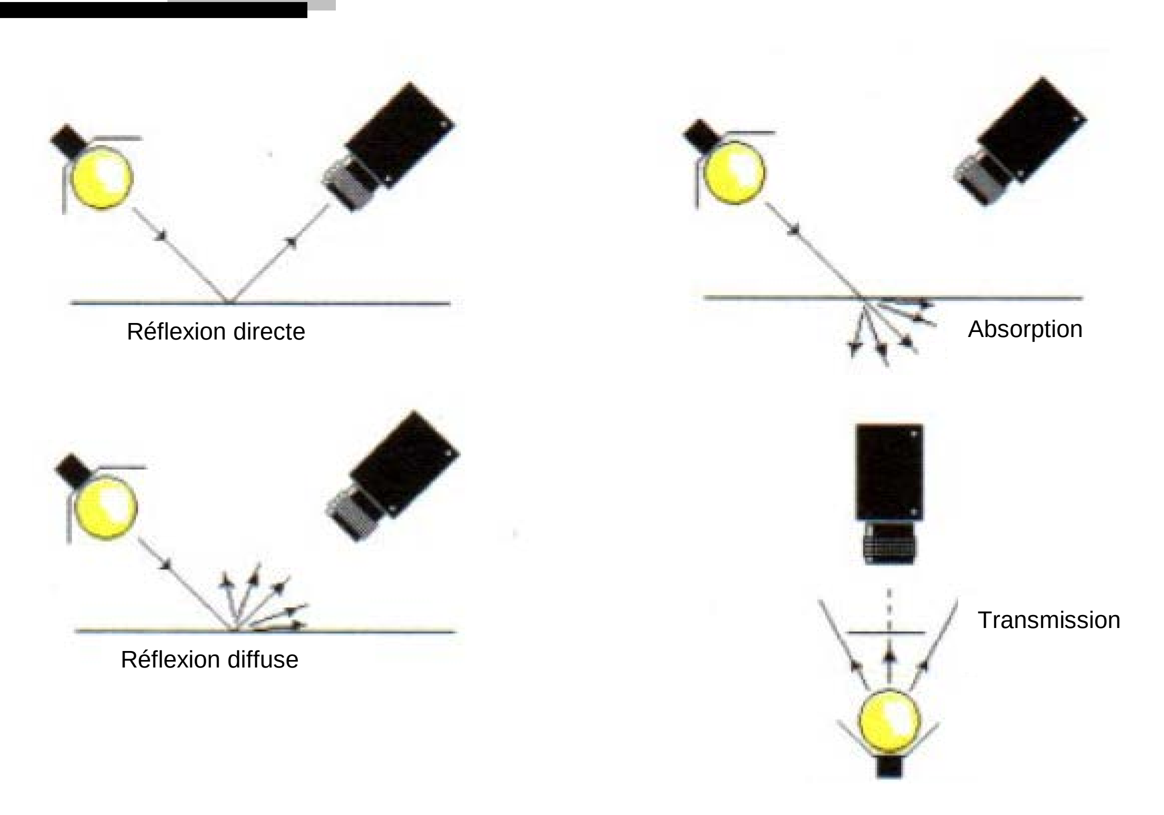


FIG. II.8 – *Différents types d'illumination.*

La réflexion est le mode d'illumination le plus répandu dans la prise d'images. On parle alors de flux radiant (en Watt) pour exprimer l'énergie transmise ou reçue sous forme de radiation, d'irradiance (Watt/m^2) pour l'énergie atteignant une surface en un point donné, et de radiance (Watt/stéradian/m^2) pour le flux radiant émergeant d'une surface dans une certaine direction.

Il existe des modèles pour une réflexion diffuse, le plus connu étant le modèle de Lambert, des modèles pour une réflexion spéculaire, le plus connu étant le modèle de Phong. La réflexion est alors la somme des deux réflexions.

b- Type d'éclairage

L'éclairage détermine la manière de fournir la lumière (les photons !). Il existe plusieurs paramètres d'éclairage qui peuvent être modulés en fonction des disponibilités de sources et des besoins applicatifs.

L'éclairage naturel: on retrouve les mêmes avantages et inconvénients que pour la photographie. Dans de bonnes conditions, le spectre est très riche, la lumière diffuse, les images obtenues ont une bonne dynamique, les nuances de couleur sont importantes.

L'éclairage avec une source contrôlée: fibre optique, *LED*, fluorescent, laser : le choix de la source dépend du volume à éclairer, de la quantité de lumière à apporter, du spectre voulu. Dans les laboratoires, l'éclairage n'est pas très soigné, on s'intéresse surtout à subvenir au manque de lumière pour que le rapport signal/bruit de la caméra ne soit pas trop mauvais, et à empêcher les ombres portées, sources de problèmes pour les algorithmes de vision.

L'éclairage structuré : permet de projeter sur la scène un maillage, par exemple une alternance de zones éclairées et de zones sombres, de manière à faire ressortir des caractéristiques de la vue (souvent le relief).

II.3.3.4 Caméras électroniques

Afin de décomposer les mouvements d'objets trop rapides pour être saisis par l'œil, la cinématographie optique a depuis ses origines mis à profit trois dimensions contenues dans chaque image (deux dimensions d'espace et une d'intensité). La *« base de temps »* qui fournit la succession régulière des images permet de localiser l'évolution d'un objet à différents instants et d'accéder à la mesure de sa vitesse, voire de son accélération. Dans le cas où il se déforme, la vitesse de déformation pourra être mesurée. Transposée en milieu industriel ou au laboratoire, cette technique permet également les mesures de chronométrie et de synchronisation d'évènements. Les années 50 ont rendu accessibles les temps d'analyse allant de la milliseconde jusqu'au domaine de la microseconde pour les équipements spécifiques les plus élaborés de l'époque.

Les années 60 ont vu ces caméras optiques atteindre progressivement leurs limites ultimes de résolution. Elles ont alors cédé la place aux caméras électroniques, temporellement plus résolvantes, qui mettent en œuvre la double conversion photons / électron puis électron / photons dans un tube électronique dit *« convertisseur d'images »* **[29]**. L'accroissement de rapidité, apporté grâce à la manipulation électronique de l'image intermédiaire, donne accès au domaine des temps compris entre la microseconde (10^{-6} s) et la picoseconde (10^{-12} s) pour les caméras standard, dégageant ainsi un champ d'application particulièrement vaste au niveau des laboratoires.

Les caméras les plus performantes atteignent actuellement une résolution temporelle voisine de quelques centaines de femtosecondes (1 femtoseconde = 10^{-15} s) en mode dit *« balayage de fente »*, ce qui reste encore un à deux ordres de grandeur au-dessus des impulsions lumineuses les plus brèves actuellement produites.

A. Fonction obturation

La grille du tube, qui participe à la focalisation, assure la fonction principale d'obturation. Portée à un potentiel négatif (– 200 à – 300 V), elle bloque le flux d'électrons et obture le tube. Portée au potentiel positif correspondant à l'équipotentiel établi dans le tube, elle accélère les électrons qui quittent la photocathode. Le temps d'ouverture (ou temps de pose) est donc déterminé par la durée de l'impulsion positive appliquée à cette électrode (généralement comprise entre 1 milliseconde et quelques nanosecondes) qui est délivrée par le circuit électronique d'obturation.

La séquence de déclenchement / ouverture est répétée pour chaque image à enregistrer (à concurrence de la surface utile de film ou de la longueur de bande d'enregistrement disponible).

B. Fonction déflexion

Cette fonction est complémentaire de la précédente. Elle est assurée par un jeu d'électrodes similaires à celles d'un oscilloscope qui permet soit de positionner l'image de rang i de la séquence sur la surface du film, soit de réaliser la fonction déflexion du mode *balayage de fente*. La tension appliquée aux bornes de ces électrodes crée un champ électrique E donc une force $F = – q E$ qui dévie les électrons (de charge q) à leur passage dans le champ. Il en résulte un point d'impact du faisceau situé à la distance y de l'axe du tube. On conçoit aisément que, si le champ déflecteur est une fonction E (t) du temps, la localisation des points, donc de l'image sur l'écran, sera une fonction du temps.

C. Enregistrement par caméra de télévision

Depuis le début des années 70, la disponibilité des tubes de télévision de qualité de même que les dispositifs *CCD* à transfert de charge ont renouvelé les moyens d'acquisition et de traitement des images délivrées par les caméras. La particularité a été surtout dans la mise en œuvre des moyens d'enregistrement magnétique des images ou de stockage électronique numérique dans les ordinateurs.

Le détecteur d'image (caméra *CCD* ou tube électronique) est couplé à la caméra principale par une galette de fibre optique conique, réalisant de cette façon l'adaptation des dimensions de l'image du tube convertisseur d'image (environ 40 mm × 40 mm) à celle du *CCD* (voisine du cm2) optimisant la transmission. Le dispositif de stockage temporaire de l'image actuellement le plus utilisé est une mémoire d'images électronique qui contient un ou plusieurs *« plans mémoires »* capable d'enregistrer, sous forme de signaux numériques, les 512 × 512 ou 1 024 × 1 024 points constitutifs de l'image, chacun d'eux étant numérisé avec une profondeur de 8 à 12 bits codant l'intensité en 256 à 4096 niveaux.

Un micro-ordinateur ou un calculateur de plus grande puissance est généralement associé à cette chaîne d'acquisition pour permettre le stockage à long terme des images sur disque magnétique ou optique ainsi que leur traitement.

D. Matrices CCD des caméras vidéo

Les matrices *CCD* se sont progressivement imposées dans beaucoup de secteurs tels que :

- Le marché des caméras industrielles noir / blanc et couleur pour la surveillance, les automatismes industriels, la robotique, les applications militaires (domaine infrarouge), spatiales, médicales (endoscopie) et autres.

- Le marché des caméras vidéo grand public et des caméscopes (enregistreur associé à la caméra).

- Le marché des télécommunications avec des applications telles que la visiophonie, la visioconférence.

- Le marché de la production en télévision professionnelle, y compris en télévision à haute définition, avec les caméras de studio et les caméras de reportage.

Plusieurs options existent pour l'analyse couleur par matrices *CCD*. Leur choix est dicté par des considérations de résolution et de coût de la caméra.

Les têtes d'analyse pour la prise de vues de haute qualité *TV* et *TVDH* comportent généralement trois matrices *CCD* qui traitent les couleurs primaires rouges, vert, bleu définies par les standards *TV*.

II.3.3.5 Les WebCams

C'est une caméra reliée à un ordinateur permettant de prendre des photos instantanées ou des séquences vidéo. Il s'agit soit d'une caméra vidéo traditionnelle couplée à une carte d'acquisition, soit d'une mini caméra désignée par le terme « *WebCam* » reliée à une entrée de l'ordinateur.

Effectivement l'investissement dans une *WebCam* est actuellement très répondu et intégrés dans les *PC portable*.

Ainsi, les applications sont nombreuses. Outre le fait de communiquer visuellement avec son correspondant, elles permettent de mettre en place des dispositifs, de vidéosurveillance à distance, discrets et peu coûteux, des guichets automatiques transformés en agences bancaires interactives ou bien des cours à distance par exemple pour les personnes handicapées. Dans ce contexte, nous proposons dans le cadre du projet ***« Télé-imagerie médicale mobile »***, l'exploitation du service multimédia de tout *PC portable* muni d'une caméra *WebCam* pour la capture des images à distance sur un terminal mobile. Donc nous allons consacrer les sections suivantes aux techniques de l'analyse, synthèse et la compression des images.

II.4 Analyse et synthèse des images

L'analyse consiste à décomposer, à l'émission, l'image ou la séquence d'images, que l'on veut reproduire d'une certaine façon.

La synthèse, procédé inverse, est la reconstitution, à la réception, de l'image originale **[27]**.

II.4.1 Conversion d'une image en un signal électrique

Une caméra convertit l'intensité lumineuse d'une image en un signal électrique d'une façon ordonnée et répétitive. Le signal électrique fourni par la caméra est le signal vidéo. Une image est décomposée en un certain nombre de lignes.

II.4.2 Restitution d'une image

Pour restituer une image, il faut deux signaux utiles en plus du signal vidéo. Un qui indique la fin d'une ligne et l'autre la fin d'une trame. Le tout est mélangé et forme le signal composite **[29]**.

II.4.3 Signal vidéo [30]

II.4.3.1 Signal vidéo monochrome

Le signal électrique transmis a été spécifié lors de la création des premiers systèmes de diffusion télévisuelle, c'est à dire qu'il y a au moins 70 ans. A l'époque, la technologie n'offrait pas autant de performances que de nos jours et, d'un autre côté, la télévision s'adresse à un marché *« Grand Public »*. Ainsi, le signal vidéo a été conçu dans un but de simplicité de décodage.

Le signal, présenté par la figure suivante pour une ligne vidéo, est composé de 2 parties:

- L'information vidéo, d'amplitude 0,7 V pouvant être utilisée directement pour moduler l'énergie du spot (après amplification via le *Wehnelt* du tube), le noir est le niveau d'énergie le plus bas, et donc la tension la plus basse.

La figure **(FIG. II.9)** présentant le détail d'une ligne d'une image de télévision 625 lignes avec un cadencement de trames à 50 Hz, on vérifie bien que la durée d'une ligne est de 64 µs (fréquence ligne de 15625 Hz). La partie utile (visible) de la ligne dure 52 µs, ce qui laisse 12 µs pour la synchronisation.

La transmission du signal vidéo fait que le récepteur ne reçoit pas la composante continue du signal, il faut donc la recréer. Cette opération, dénommée *« clamp »* consiste à aligner le signal reçu sur le niveau de noir pendant les 5 µs qui suivent le top de synchro (temps pendant lequel le signal est constant (palier)).

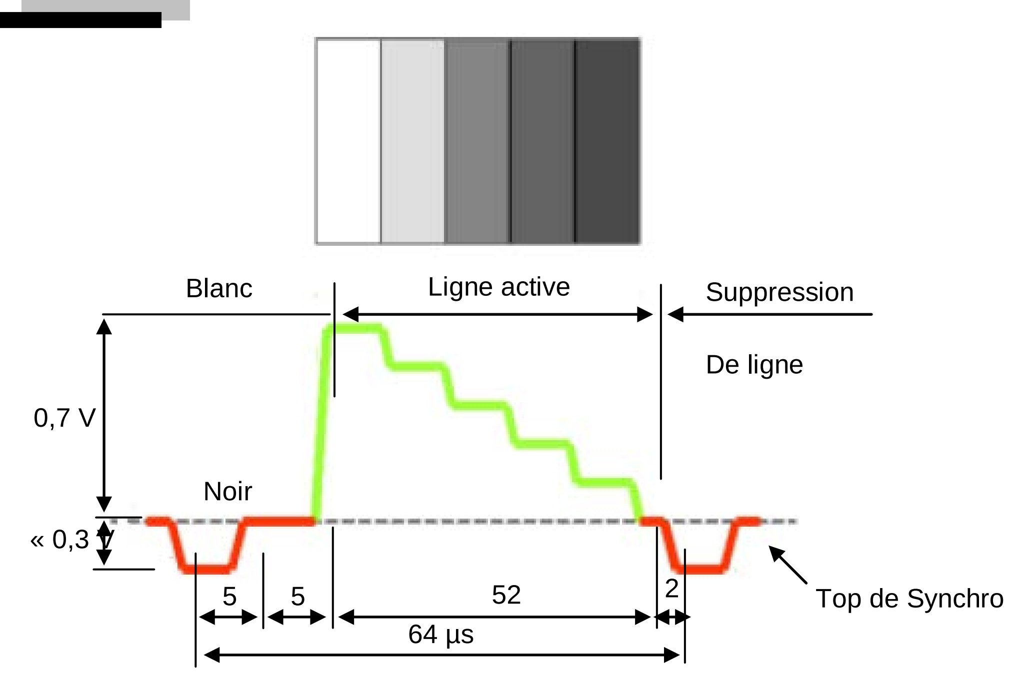


FIG. II.9 – *Détail d'une ligne vidéo monochrome.*

Une autre composante à régénérer, à la réception, est l'amplitude du signal par contrôle automatique du gain. Cette opération est réalisée en mesurant l'amplitude du top de synchro, qui est indépendante du contenu de l'image.

La figure **(FIG. II.10)** présente le détail du signal vidéo pour la synchronisation verticale de l'image (synchro trame), avec trame A et trame B sont successivement la trame impaire et la trame paire.

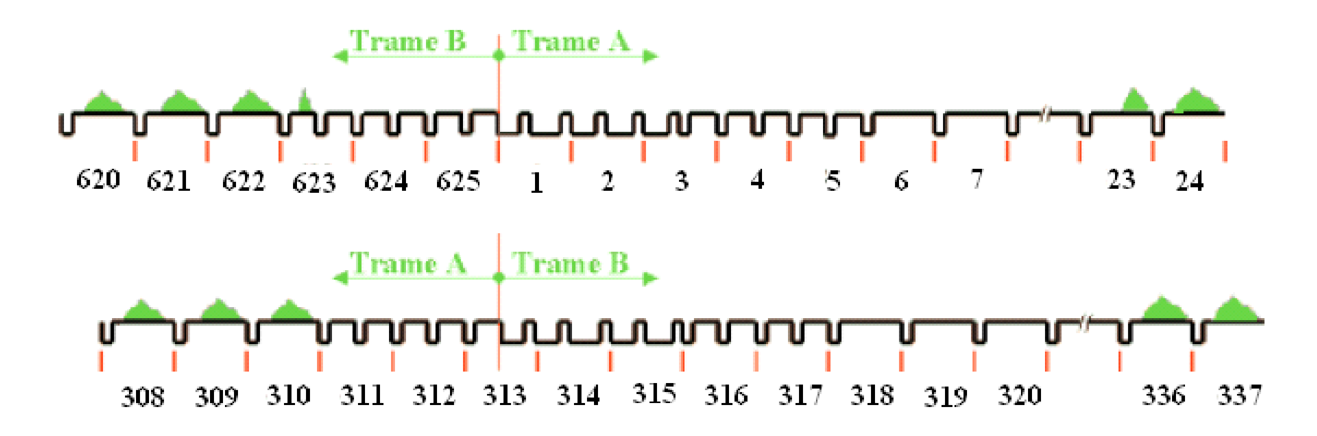


FIG. II.10 – *Détail de synchro trame.*

La récupération de la synchronisation de trame exploite l'inversion du top de synchro pendant 2,5 lignes: l'impulsion négative devient positive, la valeur moyenne décroît, il suffit alors d'un filtre passe-bas pour extraire le top de synchro trame.

II.4.3.2 Signal vidéo composite (couleur)

La télévision exploite le mode de représentation de la couleur sous forme composante : *Luminance-Chrominance* (*Y* - *C*), où *C* est décomposé en 2 éléments, la différence *ROUGE* (*DR*) et la différence *BLEU* (*DB*). La figure **(FIG. II.11)** présente ces signaux pour la génération d'une mire de barres couleur.

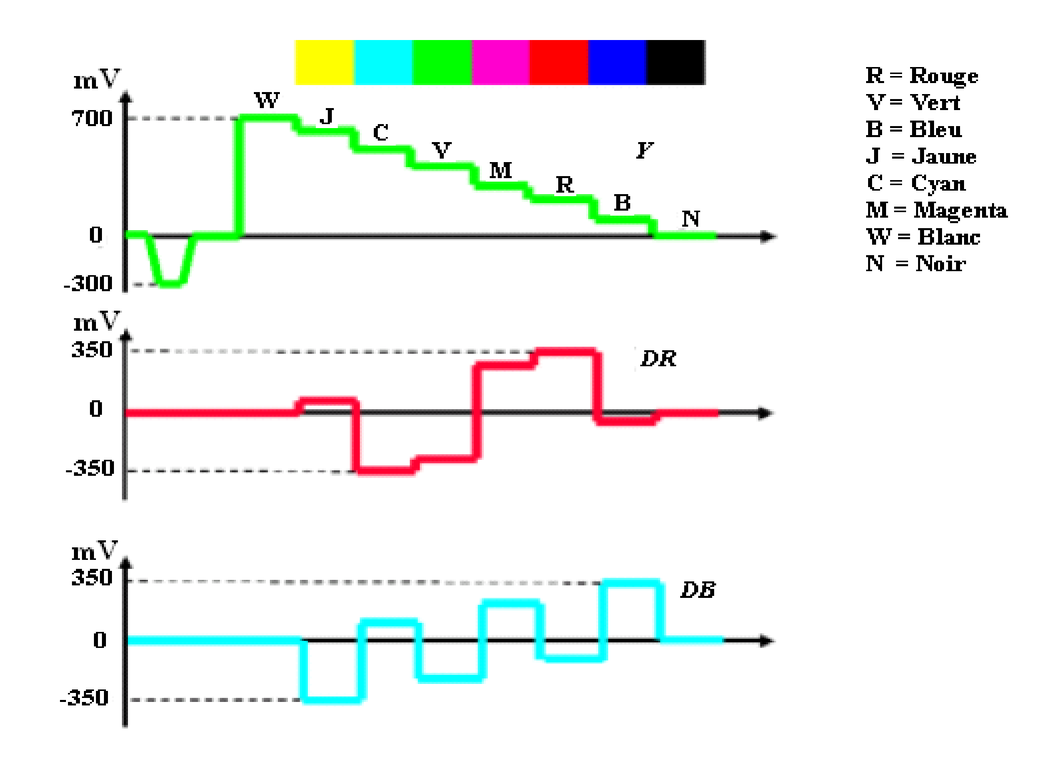


FIG. II.11 – *Mire de barres couleur.*

Le transport de l'information couleur par le signal vidéo a été fait de manière à rester compatible avec le parc de récepteurs *N&B* de l'époque (années 50, aux USA). Il existe

plusieurs standards de codage de la couleur mais tous exploitent le même format de signal **(FIG. II.12)**.

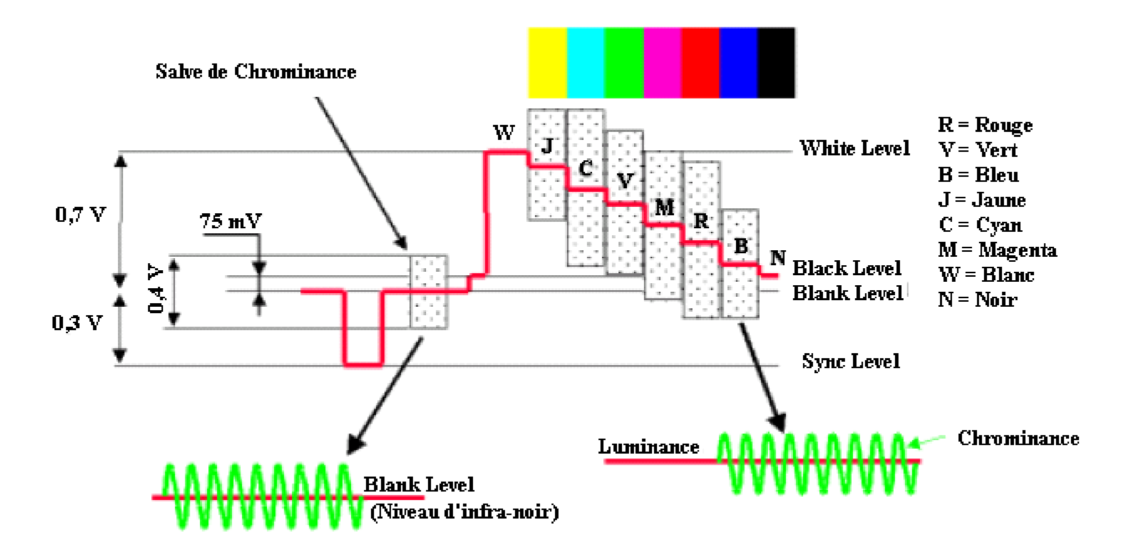


FIG. II.12 – *Mire de barres couleur.*

Le signal de *chrominance* est superposé au signal de luminance (multiplexage fréquentiel), il est transposé en fréquence par modulation d'amplitude ou de fréquence suivant le système. Le spectre *du signal composite* ainsi obtenu est représenté sur la figure **(FIG. II.13)**.

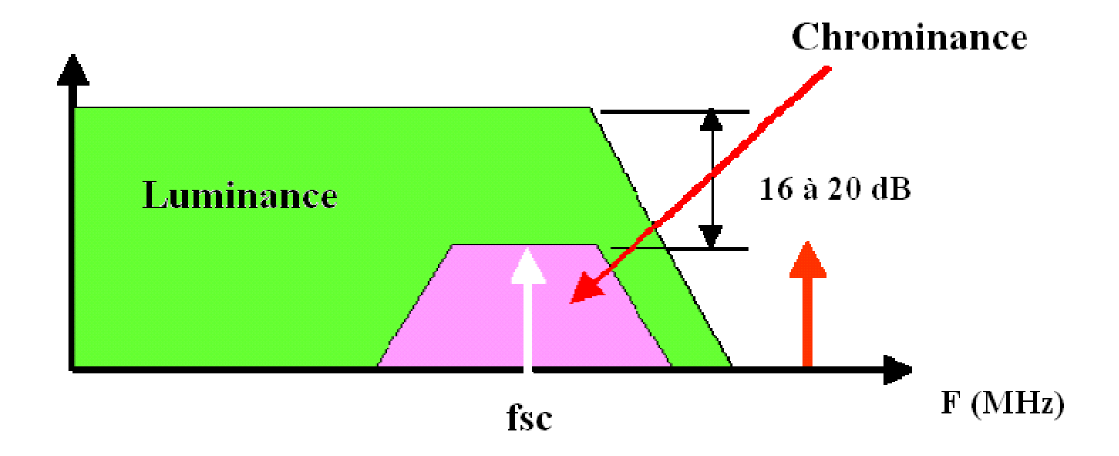


FIG. II.13 – *Mire de barres couleur.*

II.5 Compression numérique [31]

Quels que soient les objets envisagés: sons, images fixes ou animées, les volumes de données générés sont considérables; le stockage, notamment sur un support d'édition, le transport sur les réseaux publics, mêmes dits *« à hauts débits »*, voire la simple exploitation à

partir d'un disque dur, supposent, dès lors qu'il s'agit par exemple de vidéo, la mise en œuvre de débits considérablement plus importants que ceux qui sont actuellement disponibles. Une image au standard *VGA* + (640 x 480, 256 couleurs) occupe un octet par pixel soit 300 ko. Dans cette définition, qui reste limitée par rapport aux standards audiovisuels, 25 images (soit une seconde de vidéo) occuperaient plus de 7 Mo, sans parler du son ! Il est aisé de comprendre que ces valeurs sont incompatibles avec la plupart des supports informatiques actuels, et même avec les contraintes des réseaux publics ou privés envisageables à moyen terme.

La conclusion s'impose d'elle-même: en l'état, une telle technique de codage est inutilisable; il est impératif de faire tenir ces informations dans un volume largement moindre, en un mot de les compresser. Le propos n'est pas ici de proposer une présentation complète des techniques de compression, mais simplement de préciser quelques techniques de codages sur ce sujet.

II.5.1 Le codage JPEG

Proposé en 1988, *JPEG* (*Joint Photographic Expert Group*) est une norme de compression pour les images fixes. Elle utilise une variante de la transformée de Fourier, la transformée en cosinus, qui ne nécessite pas l'utilisation des nombres complexes. On découpe l'image en blocs de taille 8 x 8 et on applique à chacun de ces médaillons la transformation.

$$F(u,v) = \frac{1}{4}c(u)c(v)\sum_{x=0}^{7}\sum_{y=0}^{7} f(x,y)\cos\left(\frac{2x+1}{16}u\pi\right)\cos\left(\frac{2y+1}{16}v\pi\right) \qquad \textbf{(II.4)}$$

Pour u, v = 0,…,7. Où $c(0) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ et $c(u) = 1 \;\; u \neq 0$. Cette transformation donne une image de même taille et possède un inverse de forme identique :

$$F(x,y) = \frac{1}{4}c(u)c(v)\sum_{x=0}^{7}\sum_{y=0}^{7} f(u,v)\cos\left(\frac{2x+1}{16}u\pi\right)\cos\left(\frac{2y+1}{16}v\pi\right) \qquad \textbf{(II.5)}$$

Pour u, v = 0,…,7. On remarque que l'amplitude de $f(u,v)$ lorsque *u* et *v* sont faibles, est plus importante que lorsque *u* et *v* sont grand, parce qu'en général dans une image, les variations rapides ont une amplitude plus faible et ont une importance moindres que les variations lentes. On peut ainsi coder les valeurs de $f(u,v)$ sur moins de bits lorsque *u* et *v* sont grands, et éventuellement ignorer les composantes de très faible amplitude.

On applique ensuite un codage de Huffman. Ce sont ces données qui sont transmises, le récepteur calcule la transformée inverse. On obtient une qualité acceptable pour un débit de $1/2$ bit par pixel et une qualité excellente pour 2 bits par pixel (à comparer aux 8 bits par pixel de l'image initiale).

II.5.2 Le codage GIF

Dans cette norme de compression, on utilise le codage de Lempel-Ziv, c'est à dire qu'on code avec des séquences de taille réduite les séquences qui se retrouvent les plus souvent dans l'image.

II.5.3 Le Codage MPEG

Le codage des images animées *MPEG* (*Moving Picture Expert Group*) a été proposé en 1990. Il faut envisager de réduire le débit de transmission de quelques dizaines de mégabits par seconde à des débits plus faibles qui peuvent se réduire à 64 000 bits/s ou 144 000 bits/s.

Pour effectuer cette réduction on tient compte de la remarque suivante: en général dans une séquence d'images, deux images successives se ressemblent beaucoup et on peut donc imaginer de ne coder que la différence entre deux images. De plus si on regarde les images à la loupe, on remarque que souvent la différence entre une image et celle qui la précède est une translation. On va donc opérer de la manière suivante:

On découpe l'image *I(x, y)* en 16 blocs. Soit x_0 et y_0 les coordonnées de l'origine d'un de ces blocs dans le plan et on cherche dans l'image précédente $(I_{prec}(x, y))$ le déplacement Δ_x, Δ_y qui minimise:

$$\sum_{0 \le x, y} \left| I(x_0 + x, y_0 + y) - I_{prec}(x_0 + x + \Delta x, y_0 + y + \Delta_y) \right| \qquad \textbf{(II.6)}$$

Une fois trouvé le déplacement on calcule la différence qu'on code par une transformée en cosinus comme dans le codage *JPEG*.

$$I(x_0 + x, y_0 + y) - I_{prec}(x_0 + x + \Delta x, y_0 + y + \Delta) \qquad \textbf{(II.7)}$$

On transmet le vecteur de déplacement Δ_x, Δ_y ainsi que la différence des images codées. Le récepteur a ainsi toutes les informations pour reconstruire *I(x, y)*.

En pratique il y a un système un peu plus complexe pour améliorer les performances et réduire les effets de traînées ou les gros défauts liés aux erreurs de transmission. Dans ce contexte, on peut prédire une image à partir de l'image précédente, mais on peut aussi faire une interpolation entre une image passée et une image future.

On doit aussi de temps à autre resynchroniser le récepteur en transmettant une image non codée (les erreurs s'accumulant, la qualité de l'image reconstruite se réduit avec le temps).

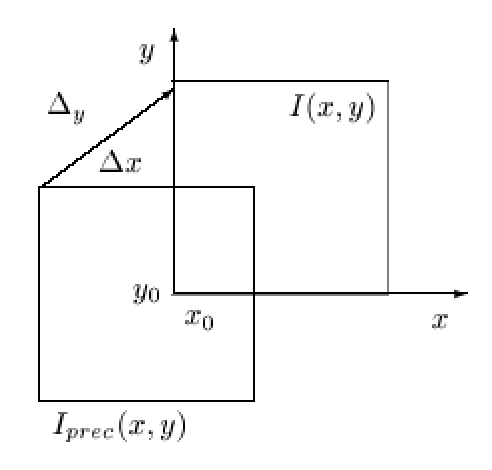


FIG. II.14 – *L'analyse de mouvement pour le codage MPEG.*

Les signaux de chrominances sont codés de la même manière ; toutefois on sous échantillonne ces signaux (un échantillon sur quatre). Les évolutions futures de la norme *MPEG*, (*MPEG4*, puis *MPEG7*) sont des évolutions permettant une grande souplesse de codage et de synthèse.

II.6 Conclusion

Ce chapitre a fourni une description, étape par étape, des différentes techniques et traitement apportés aux images (acquisition, transmission et compression d'images), qui peuvent être exploitées dans nombreux domaines tel que la télé-imagerie. Pour cela nous avons exploité un outil de développement très puissant **J2ME** orienté plus particulièrement aux terminaux faibles ressources comme le téléphone portable.

Application télé-imagerie médicale mobile

III.1 objectif

Le but principal de notre projet est de pouvoir consulter et télécharger à partir d'un terminal mobile des photos capturées d'une caméra sur des sites distants. C'est le cas de la télé-imagerie que l'on peut trouver dans de nombreux domaines tels que la télésurveillance médicale à distance, la télé-chirurgie…

La réalisation d'un tel projet nécessite en premier lieu la rédaction d'un cahier de charge adéquat selon nos besoins et les exigences de l'application à implémenter. La section suivante présente les informations caractéristiques et les fonctionnalités pour la réalisation (cahier de charge) avant d'entamer la description générale de notre projet.

III.2 cahier de charge

III.2.1 Données de base

La question qui est posée c'est: pourquoi ne pas exploiter les téléphones mobiles dans des domaines extra communication vocale ?

En partant de ce constat, l'idée de détourner ces appareils de leur fonction de base et d'en faire des outils exploités dans la *télémédecine* est apparue, et par conséquent à n'importe quel moment, à n'importe où, nous pouvons recevoir et envoyer des fichiers médicaux en temps réel.

Un logiciel pour téléphones portables, ayant la fonction de consulter à distance un site contenant une camera (*WebCam d'un PC portable*), sera utilisé pour satisfaire les fonctionnalités décrites ci-dessus.

Il sera possible d'installer le logiciel sur tout terminal mobile (**J2ME**).

III.2.2 Cahier de charge

Le cahier de charge de ce projet consiste à:

- Créer deux applications:
  - Une à installer sur le Smartphone pour recevoir les photos capturées.
  - La deuxième qui fonctionne sur un serveur *Web* (contenant une *WebCam d'un PC Portable*), chargé de capturer et d'enregistrer des photos périodiquement (chaque 10 secondes par exemple).
- Programmer l'application dans un langage qui soit le plus portable possible. L'application doit être simple à utiliser et à installer.
- Programmer une interface utilisateur simple à exploiter.

III.2.3 Fonction

- Etablissement d’une connexion entre le terminal mobile et le serveur distant.
- Récupération de la photo prise sur un natel par une adresse *IP* (une connexion réseau sur un serveur).
- Lecture des images à l’écran.
- Déclenchement automatique périodiquement selon un intervalle de temps.

III.3 Description du projet

Cette partie est la plus importante, elle comprendra une description générale des différentes étapes de l'application réalisée.

Les sujets abordés sont liés à la transmission des documents (images) site distant à un téléphone portable par une communication via Internet (Un mélange des réseaux : réseaux IP, Réseau sans fil entamés dans le Chapitre I).

III.3.1 Etablissement de la connexion

Dans un premier temps, une étape d'une interconnexion entre le terminal mobile et le Serveur devrait être réalisée. Il faudra donc se mettre d’accord sur le même tunnel (port, adresse, etc.) entre cet appareil et le correspondant pour qu’ils puissent échanger leurs données.

A propos de cette connexion, nous avons exploité le protocole *http* pour gérer les Entrées/Sorties du Serveur.

Note : Il faut noter que le protocole *HTTP* est implémenté dans le langage *J2ME*. Les autres protocoles ne sont pas obligatoirement disponibles sur le terminal

III.3.2 Capture et l’enregistrement de l’image

Cette partie ne nécessite pas d’étude particulière, si ce n’est la recherche des librairies qui permettent une telle manipulation d’un capteur (théorie développée dans le chapitre 2).

III.3.3 Transmission de l’image

La troisième partie du projet consiste à trouver le meilleur moyen pour renvoyer l’image à celui qui l’a demandée. Il existe plusieurs possibilités. On peut transférer une image par *Email*, par une *connexion réseau sur un serveur*, etc.

Ces différentes possibilités font appel à un grand nombre de technologies, qu'il va falloir étudier et tester de manière à évaluer quelle sera la plus adaptée à ce projet. L’analyse qui a été effectuée (Chapitre 1) nous a permis de mieux comprendre le fonctionnement des

Principaux protocoles qui seront utilisés lors du développement de l'application, ce qui résulte la rédaction du bilan d'analyse ci-dessous.

III.4 Bilan de l'analyse

Après avoir étudié les différentes technologies qu'ils existent dans l'envoi et la réception d'une photo entre le terminal mobile et la *WebCam* du serveur, on est obligé de choisir l'un de ces technologies (c-à-d: e- mail ou une connexion par *HTTP*) pour notre projet. Le choix qui a été pris c'est de programmer avec *HTTP* selon les caractéristiques suivantes: [**LIV 3**]

- *HTTP* est obligatoirement implémenté sur tous les terminaux *MIDP*.
- *HTTP* est indépendant du réseau.
- Le port 80 du protocole *HTTP* est plus facilement ouvrable sur les pare-feu.

III.5 Réalisation

Ce qui va donc être réalisé est représenté sur le schéma de la figure **(FIG. III.1)**

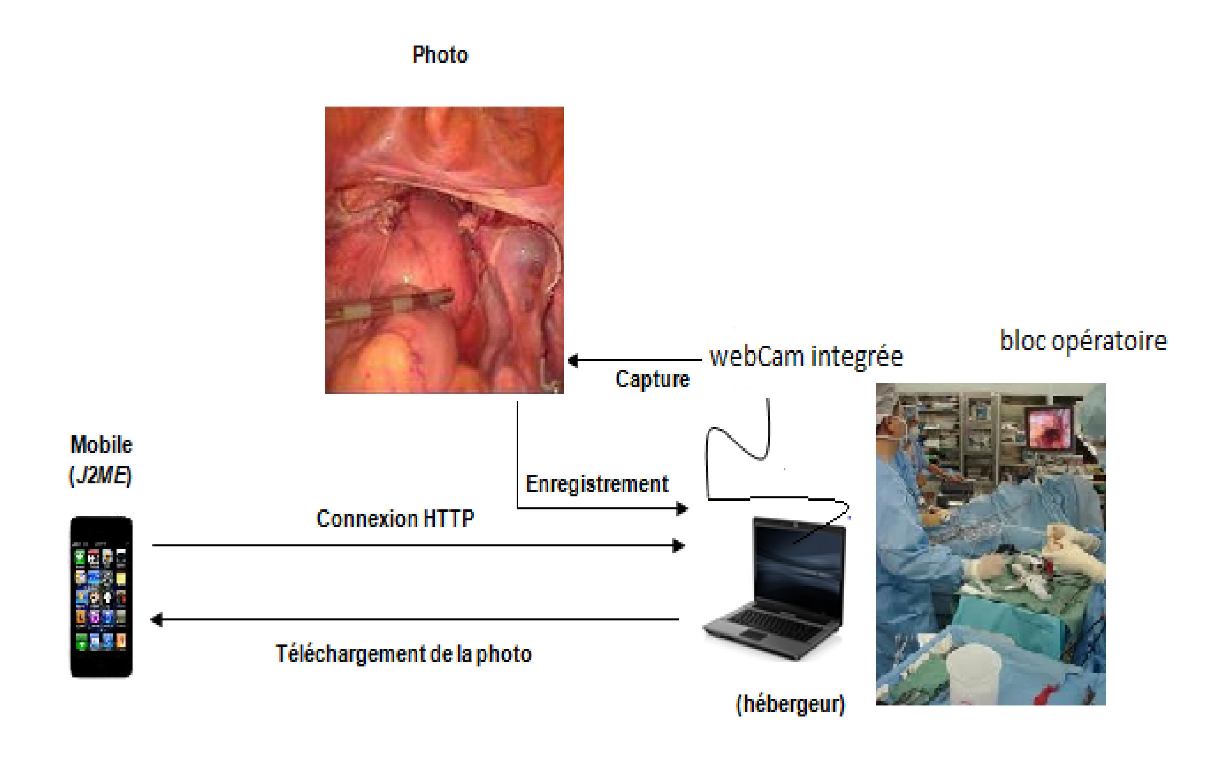


FIG. III.1 – *L'application réalisée.*

Le déroulement des opérations sera le suivant:

1 - Un utilisateur se servira d'un téléphone avec le programme (**J2ME**) de demande d'une connexion *HTTP* pour récupérer une photo capturée par caméra du serveur (*WebCam*).

2 -*La WebCam* incorporée sur le *laptop* (*Serveur Web*) prendra une photo et en sauvegardera sur un disque dur d'un serveur *Web*.

3 - L'utilisateur se connectera au serveur *Web* soit à l'aide d'un téléphone, soit à l'aide d'un ordinateur. Ainsi il pourra récupérer la photo délivrée par le serveur *Web*.

III.5.1 Environnement de développement

Des outils de *Java* ont été implémentés sous l'environnement *NetBeans IDE*.

Un outil de simulation *Sun Java™ Wireless toolkit (J2ME)* a été exploité pour examiner toutes les communications sans fil possibles. Il permet d'exécuter toute sorte d'applications sur des dispositifs à faible ressources de calculs tels qu'un téléphone portable.

On y trouve donc toutes les librairies nécessaires ainsi que le compilateur. Il contient aussi un émulateur qui permet de tester la compatibilité avec les différentes configurations et profiles:

- Connected Limited Device Configuration (*CLDC*).
- Mobile Information Device Profile (*MIDP*).
- **J2ME** Web Services, (*JSR-172*).
- Wireless Messaging APIs (*WMA*), (*JSR-205*).
- Mobile Media APIs (*MMAPI*), (*JSR-135*).

En plus de ces fonctions de base, on y trouve l'outil *KToolbar* qui permet de créer, modifier, compiler et exécuter des projets **J2ME**.

III.6 Application

Notre application suit la structure *Client / Serveur*, ce qui conduit à réaliser deux logiciels. Le Client chargé de se connecter au serveur *Web* et de récupérer la photo capturée. Par contre

le serveur est programmé à déclencher automatiquement, à prendre une photo par la caméra de surveillance et à l'enregistrer dans un répertoire sur le disque dur selon un intervalle de temps donné.

Ce qui nous intéresse c'est le *Client* (J2ME) puisque c'est une nouvelle technologie: il n'y a qu'une dizaine d'années qu'il est possible de développer des applications pour mobiles.

En ce qui concerne le *Serveur* : c'est un logiciel qui tourne sur un *PC* (le bureau de l'ordinateur) écrit dans n'importe quel langage connu (Java, *C/C++*, etc.).

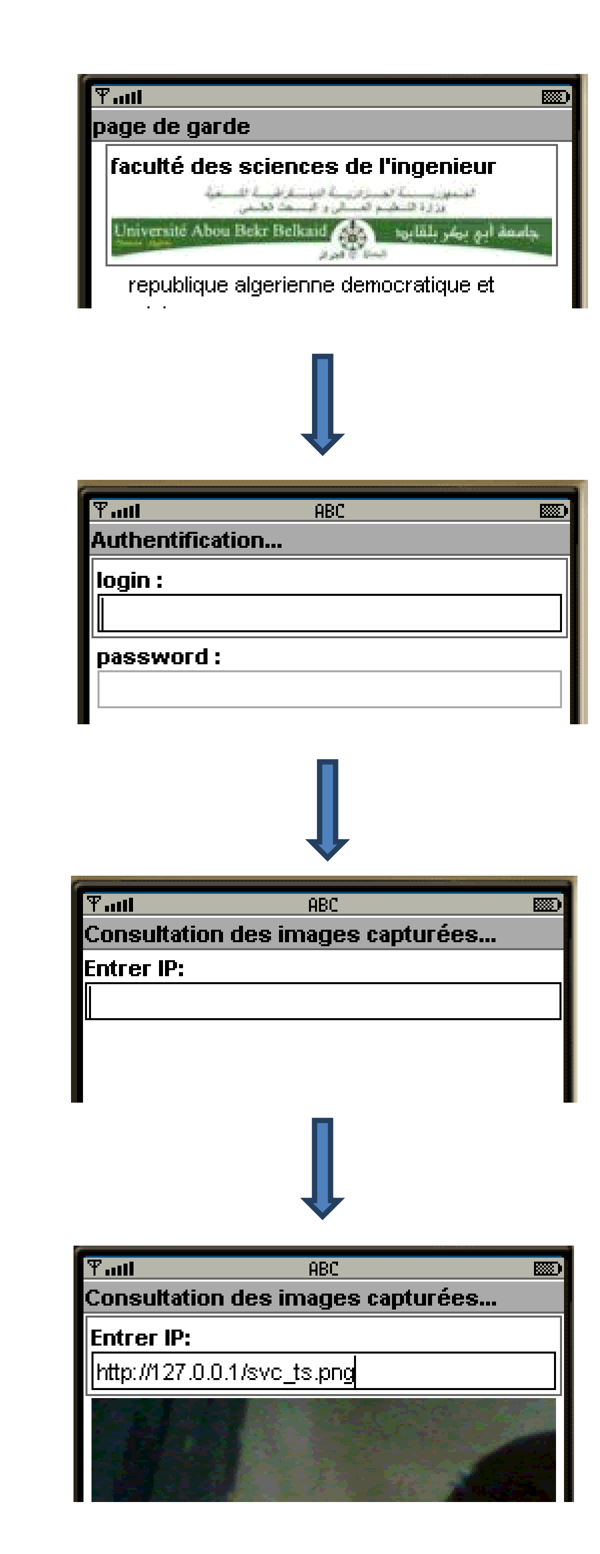
III.6.1 Interface utilisateur

Etant donné la petite taille des écrans et la difficulté d'utilisation de certains claviers de téléphones portables, la création de l'interface utilisateur a une grande importance.

Heureusement, au sein du profil *MIDP*, le paquetage *javax.microedition.lcdui* fournit les composants nécessaires à la réalisation d'une interface adaptée au téléphone portable.

Conception :

Étant donné le nombre d'options qui doivent être présentes, il faut mettre une structure qui permet de naviguer facilement entre les différentes parties. Le choix, qui a été fait, est présenté sur le résultat de la figure **(FIG. III.2)**, en suivant les flèches pour les différents écrans de l'utilisateur final :



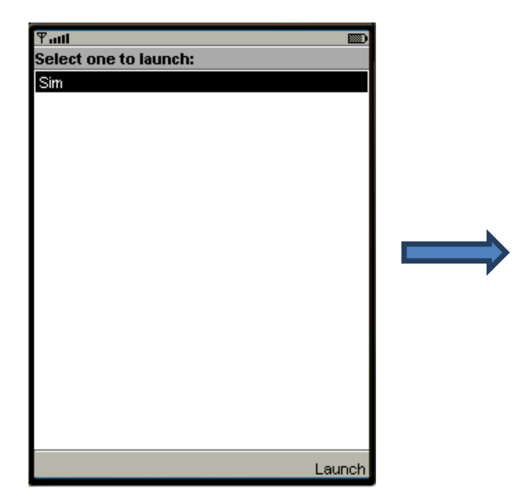


FIG. III.2 –toutes les interfaces

III.6.2 Mode d'emploi du programme

III.6.2.1 Configuration minimale

Pour pouvoir utiliser notre application, il faut un téléphone portable, qui a les caractéristiques suivantes:

- Support du profile *MIDP 2.0* et de *CLDC 1.0*.
- 30ko d'espace mémoire disponible.

Ainsi qu'une *WebCam* (l'appareil qui sera utilisé pour prendre les photos).

III.6.2.2 Diffusion du logiciel

Pour diffuser le logiciel du *Client* (**J2ME**), il existe plusieurs possibilités, mais dans chacun des cas, les deux seuls fichiers qui doivent être fourni à l'utilisateur sont :

- *ServTeleimag.jad*
- *ServTeleimag.jar*

Ces fichiers doivent être transférés sur le téléphone, pour cela il y a plusieurs solutions:

- Téléchargement sur le téléphone d'un E-mail contenant les deux fichiers en pièces jointes.
- Accès aux fichiers placés sur un serveur Web.
- Transfert à l'aide de l'infrarouge
- Etc…

Dans tous les cas, les deux fichiers doivent se trouver dans le même répertoire ou le même E-mail.

III.6.2.3 Installation du programme

Étant donné que l'installation diffère selon les téléphones, il n'est pas possible de donner une marche à suivre précise. Mais normalement, le simple fait d'ouvrir le fichier *ServTeleimag.jad* suffit à installer l'application.

Voici ci-dessous le fichier **.jad* utilisé dans ***ServTeleimag***:

```
MIDlet-1: Démarrer la Télé-imagerie, Démarrer la Télé-imagerie, ServTeleimag
MIDlet-Jar-Size: 2347
MIDlet-Jar-URL: ServTeleimag.jar
MIDlet-Name: ServTeleimag
MIDlet-Vendor: Yasmine Selma
MIDlet-Version: 1.0
MicroEdition-Configuration: CLDC-1.0
MicroEdition-Profile: MIDP-2.0
```

III.6.2.4 Exécution de la MIDlet

Le lancement de l'application est montré sur la figure **III.3**:

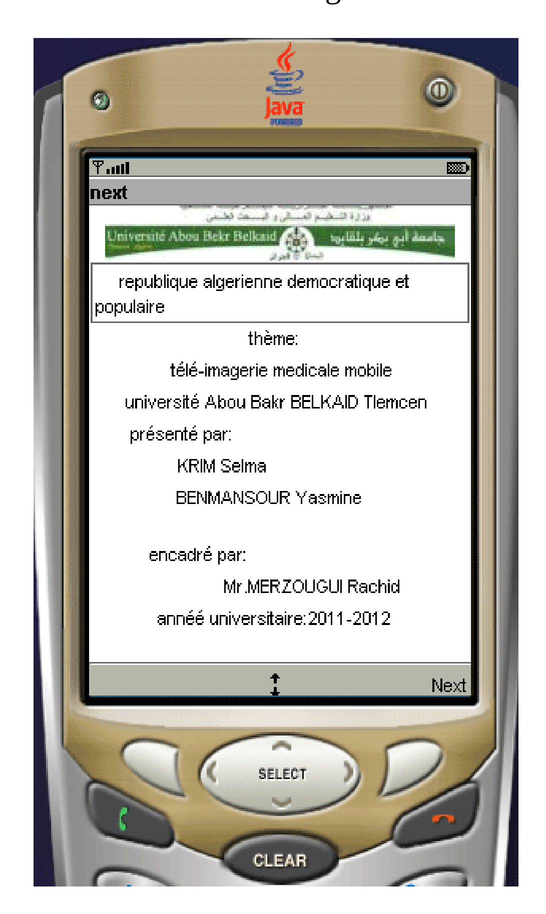


FIG. III.3–Page de garde

L'application commence par l'activation du mode de la **télé-imagerie** (**FIG. III.3**), qui est suivie par une phase d'authentification en demandant à l'utilisateur son login et le mot de passe. Dans lequel vous pouvez vous déplacez à l'aide des flèches de navigation (haut, bas) (**FIG. III.4**).

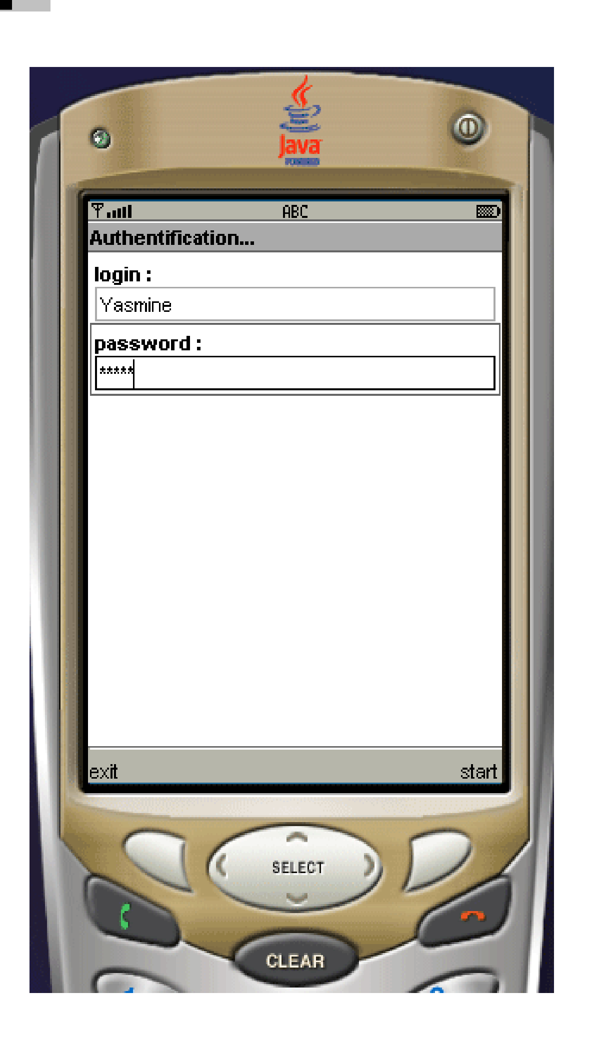


FIG. III.4– Phase d'authentification

Cette étape permet une authentification unique des utilisateurs de l'application, ce qui permet la protection du système de **télé-imagerie** des usages malintentionnés. La fin de cette étape est marquée par l'activation de la commande « statrt » (situé à droite en bas de l'écran), pour donner lieu à un autre écran invitant l'utilisateur à entrer l'adresse de la photo c-à-d l'URL IP du site distant (contenant la WebCam) (**FIG. III.5**).

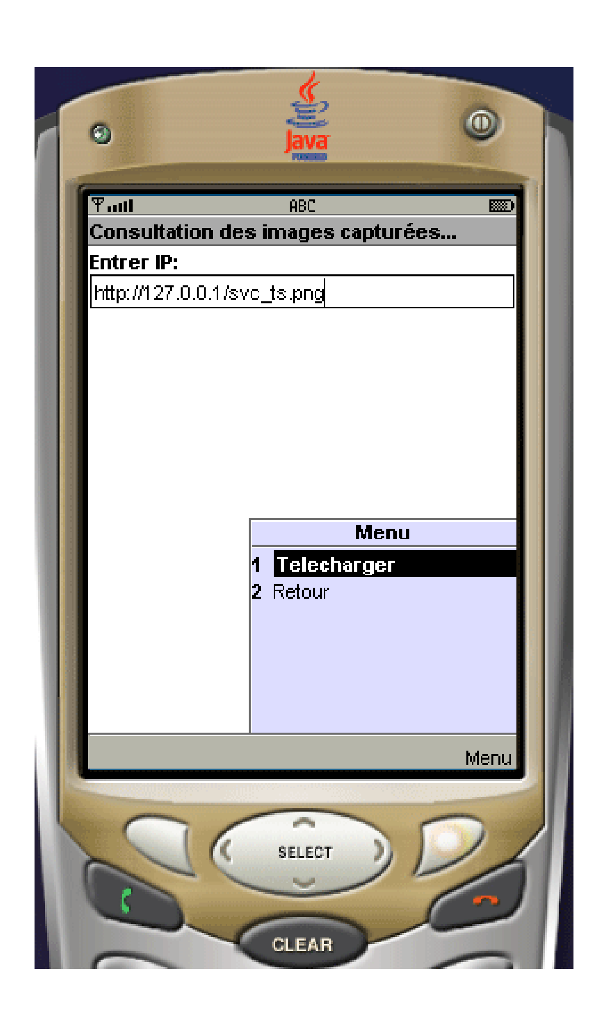


FIG. III.5– Introduction de l'adresse IP.

Après introduction de l'adresse *IP*, en activant la commande « *Télécharger*», la requête de teste de mot de passe qui est effectué localement (au niveau du *Client* : **J2ME**) sera lancée automatiquement, si le teste est bien déroulé, la requête est transférée vers le serveur contenant la *WebCam*. En recevant cette requête, le serveur renvoie la photo sauvegardée dans le disque dur (**FIG. III.6**).



FIG. III.6–Image téléchargée

Dans le cas contraire où le mot de passe est incorrect un message d’erreur est renvoyé à l’utilisateur (**FIG. III.7**).

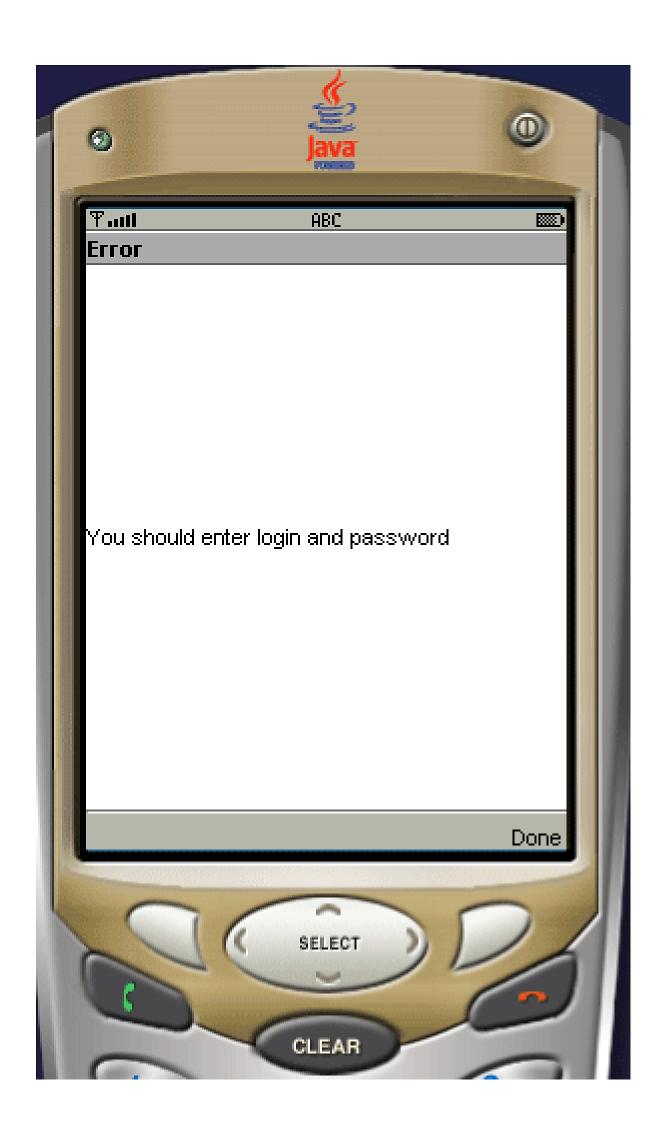
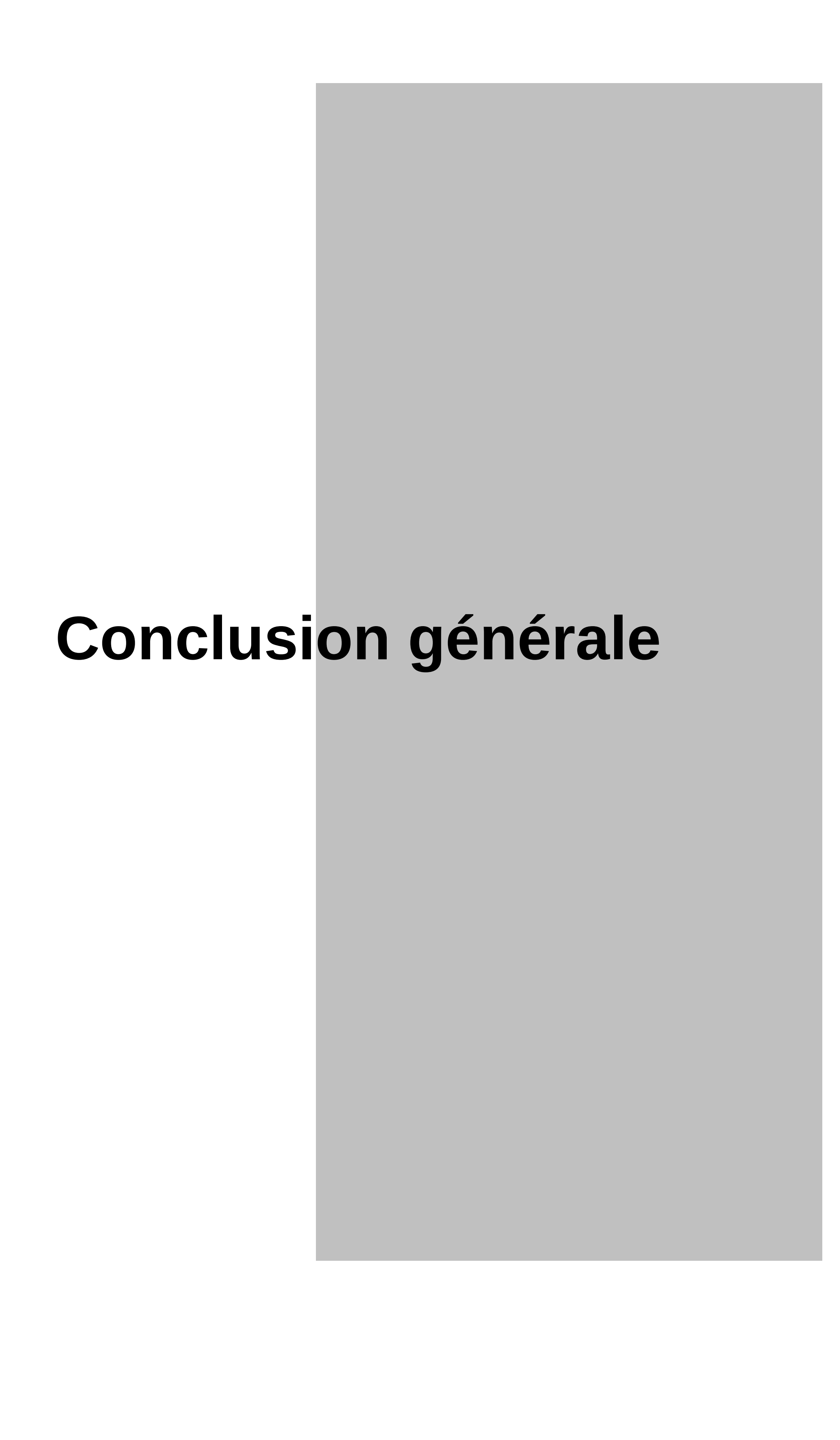


FIG. III.7–Authentification incorrecte

III.7 Conclusion

Aujourd’hui en plus de transmettre de la voix et des *SMS*, les téléphones actuels sont capables de se connecter à Internet. Ce qui permet déjà d’envisager une multitude d’applications. Dans notre travail, nous avons proposé une application de ***télé-imagerie*** concernant le téléchargement sur un mobile d’une photo capturée par une *WebCam* sur un site distant (*adresse IP*), ce qui nous a permis d'ouvrir d'autres horizons pour ces appareils qui n’étaient à la base que des outils de communications vocales.



Conclusion générale

Conclusion générale

Depuis des années se développe le concept général de la ***télémédecine*** qui répond de diverses façons (surveillance médicale, contrôle à distance, télé-chirurgie…) aux besoins des plusieurs personnes.

La ***télé-imagerie*** traite des images, des données informationnelles, l'échange entre les professionnels de santé, etc. Il s'agit de concevoir des techniques et des systèmes dotés des capteurs divers (caméra, capteurs…) gérés par un système informatique. Ces systèmes analysent les signaux soit en temps réel, soit après l'acquisition.L'analyse en temps réel concerne les systèmes qui doivent répondre aux besoins des utilisateurs ou qui doivent détecter des situations spéciales.

L'analyse après l'acquisition concerne la segmentation des bases de données pour faciliter la recherche d'informations.

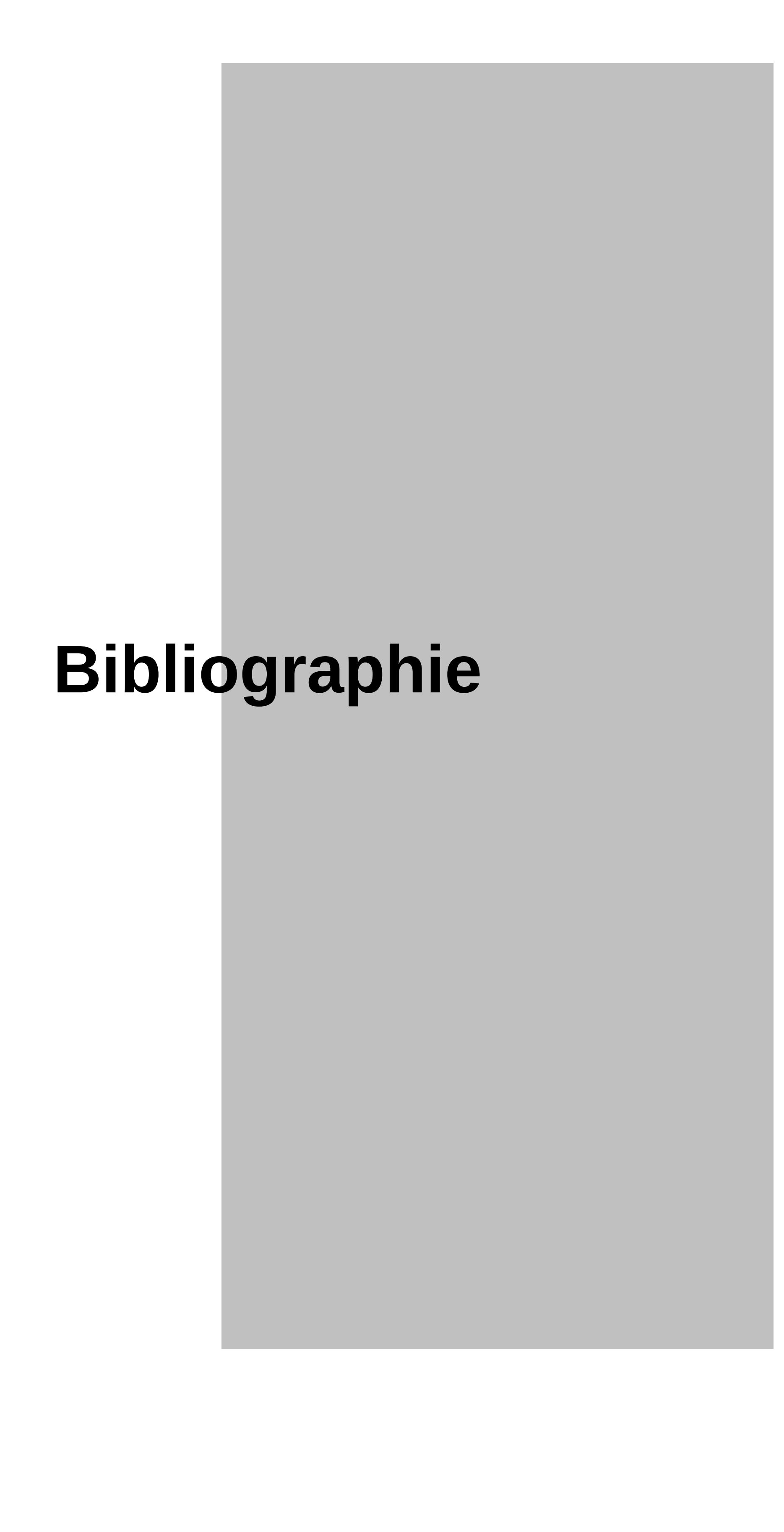
Plusieurs axes de recherche sont impliqués dans le développement des applications de **télémédecine**, utilisant les systèmes décrits ci-dessus. Ils concernent notamment le développement des applications logicielles, d'architectures de communication entre les acteurs de ces systèmes, d'équipements appropriés à la consultation et à l'amélioration de la qualité de vie des personnes, d'outils d'analyse et de traitement de ces grandes quantités de données. Il s'agit alors de consulter et d'analyser des données médicalesà distance pour une sauvegarde humaine.

L'application proposée dans le cadre de ce projet de fin d'étude, n'a pas nécessité de gros moyens ainsi qu'une grosse infrastructure, puisque aujourd'hui un simple téléphone portable peut suffire en exploitant un nouveau langage de programmation **J2ME** (**Java 2 Micro Edition**) pour la partielogicielle. Aujourd'hui en plus de transmettre du son et des *SMS*, les téléphones actuels sont capables de se connecter à Internet. Ce qui permet déjà d'envisager une multitude d'applications. Dans ce cadre, le travail réalisé, au sein de notre laboratoire de recherche *« STIC »* à travers ce sujet de PFE, constitue un premier pas dans ce domaine. Le but recherché est le transfert d'une image d'une caméra sur un téléphone portable.
C'est le cas de la **télé-imagerie** que l'on peut trouver dans de nombreux domaines tels que la téléconsultation, la surveillance médicale à distance, etc.

A travers cette infrastructure, destinée au développement des applications pour les téléphones portables, on a pu développer un logiciel téléchargeable sur un terminal réel. Ce logiciel permet de transférer une image enregistrée sur un site distant (disque dur d'un serveur *Web*) contenant une caméra pour la capture des photos médicales sur les différents états des patients. Ce qui permet d'ajouter des options supplémentaires, faisant de ces terminaux des outils de télémédecine.

Perspectives

Ce travail nous a permis d'ouvrir des horizons et des perspectives pour le développement de la *télémédecine* en termes d’accroissement de l’efficacité et de la qualité des soins, de partage des informations ou encore de réduction des coûts de la santé publique.



Bibliographie

Référence & Bibliographie 

[1] M. CAUVILLE, «Diagnostic, soins et prévention par la télémédecine: explications de J. Demongeot», *Sciences et Technologies*, Vol. 2, pp. 32–34, 1999.

[2] A. FRANCO, «La télémédecine au service de l'autonomie», *La revue de médecine interne*, vol. 24(s.4), pp. 390–393, Décembre 2003.
DOI: S0248-8663(03)80347-8
http://www.em-consulte.com/article/32034.

[3] P. STAB, «Téléconsultation en psychiatrie: évaluation d'une expérience originale dans le haut-pays niçois», *Thèse de doctorat en Médecine de l'Université Louis Pasteur*, Strasbourg, France, 2001.
http://www.minkowska.com/article.php3?id_article=145.

[4] E. CAUCHY, «Pôle d'excellence en médecine de montagne au pays du Mont Blanc», *Projet en médecine*, Institut de formation et de recherche en médecine de montagne, France, 2010.
http://www.ifremmont.com/ifrelab/index.php?2006/01/3-tmt.

[5] L. Bajolle, "E-médecine : Amélioration, Optimisation et Humanisation de la médecine de ville par l'usage de l'internet et des nouvelles technologies," Thèse de doctorat en médecine de l'Université Joseph Fourier, Grenoble, janvier 2002.

[6] C. Suarez, "La télémédecine : quelle légitimité d'une innovation radicale pour les professionnels
de santé ? ," Revue de l'Institut de Recherches Économiques et Sociales (IRES),
vol. 39, 2002.

[7] A. Nemo, "La télémédecine : Faire voyager les informations plutôt que le malade," Journal
du Téléphone, pp. 4, 1994.

[8] F. DUCHÊNE, «Fusion de données multicapteurs pour un système de télésurveillance médicale de personnes à domicile», *Thèse de doctorat en Traitement de signal et image de l'Université Joseph Fourier*, Grenoble, France, Octobre, 2004.
http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/04/78/63/PDF/tel-00008795.pdf

[9] O. FOUIAL, «Découverte et fourniture de services adaptatifs dans les environnements mobiles», *Thèse de doctorat en Informatique et Réseaux de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications ENST*, Paris, France, 30 Avril, 2004.
http://pastel.archives-ouvertes.fr/docs/00/49/97/97/PDF/These_Fouial_2004.pdf

[10] J. STEWART, L. PITT, M. WINSKEL, R. WILLIAMS, I. GRAHAM, J. AGUIAR, et al «Flows scenarios and definition of services», *IST FLOWS Project Deliverable D1*, European Commission IST (Information Society Technologies) office, Brussels, Belgium, December 2002.
http://homepages.ed.ac.uk/jkstew/work/FLOWS_D6.pdf

[11] A. RADU, «Évaluation de la Qualité de Service par l'utilisateur final dans les systèmes mobiles», *Thèse de doctorat en Informatique et Télécom de l'Université de Mame-La-Vallée*, France, Mars, 2004.
http://pelleas.univ-mlv.fr/document/UMLV-2004-000235-PDF.pdf

[12] G. PUJOLLE, «Les Réseaux», *5émme Éditions, Groupe EYROLLES*, 2006.

ISBN: 2-212-11987-9.
http://www.editions-vm.com/Chapitres/9782212119879/Chap21_Pujolle.pdf

[13] E. GUÉGUEN, «Étude et optimisation des techniques UWB haut débit multibandes OFDM», *Thèse de doctorat en Électronique, Institut National des Sciences Appliquées de Rennes (Institut d'Électronique et de Télécommunications)*, France, 14 janvier 2009.
http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/42/37/53/PDF/These_E-Gueguen.

[14] P. GODLEWSKI, X. LAGRANGE, S. TABBANE, «Réseaux GSM-DCS», *4e Édition Hermès*, Paris, France, 1999. **ISBN**: 2-7462-0028-7.
http://www.decitre.fr/livres/RESEAUX-GSM-DCS.aspx/9782746200289.

[15] A. RADU, «Évaluation de la Qualité de Service par l'utilisateur final dans les systèmes mobiles», *Thèse de doctorat en Informatique et Télécom de l'Université de Mame-La-Vallée*, France, Mars, 2004.
http://pelleas.univ-mlv.fr/document/UMLV-2004-000235-PDF.pdf

[16] U. HORN, R. KELLER et N. NIEBERT, «Services mobiles interactifs – La convergence de la radiodiffusion et des communications mobiles», *UER – Revue Technique*, N° 281, pp. 1–10, Automne 1999.
http://www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_281-umts_f.pdf

[17] G. PUJOLLE, «Les Réseaux», *Éditions EYROLLES*, Paris, France, 2000.
ISBN: 978-2-212-09119-9.
http://www-rp.lip6.fr/~pujolle/Documents/CVGP%20janvier%202009.pdf

[18] A. TANENBAUM, «Réseaux», *3eme Édition DUNOD*, 1996.
http://www.pearson.fr/resources/titles/27440100075910/extras/tdmtanenbaumreseaux_det.pdf

[19] Rabah MERAIHI, «Gestion de la qualité de service et contrôle de topologie dans les réseaux ad hoc», *Thèse présentée en Informatique et Réseaux pour obtenir le grade de docteur de l'Ecole nationale supérieure des télécommunications, ENST*, Paris, France, 2003.
http://pastel.archives-ouvertes.fr/docs/00/49/99/43/PDF/Rabah_Meraihi.pdf

[20] R. MERZOUGUI, «Télésurveillance à travers les réseaux IP & Mobiles», *Thèse présentée pour obtenir le grade de Magister de l'université Abou Bekr Belkaid*, Tlemcen, Algérie, Juin 2006.

[21] BONNIN A. **;** BINET J.-L. **;** GIROUD J.-P. **;** BOUREL M. **;** CIVATTE J. **;**DE GENNES J.-L. Téléimagerie médicale: une chance pour l'avenir. Medical teleimaging : a good chance for the future, **1999, vol. 183, n6, pp. 1123-1136 (20 ref.), Académie nationale de médecine, Paris, FRANCE (1947) (Revue)**

http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=1960297

[22] Conseil Professionnel de la Radiologie – CPRx , Télé-imagerie – Télé-radiologie Recommandations du SNITEM et du Conseil professionnel de la radiologie 20 avenue Rapp - Paris, "La téléimagerie,une réalité croissante dans l'offre de soins" juin 2011 .

www.g4-radiologie.com,contact@g4-radiologie.com

[23] Pr G. BESSON , Dr P. ANCELIN, ÉTAT DES LIEUX DE LA TÉLÉIMAGERIE MÉDICALE EN FRANCE ET PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT, Rapport d'étape, Juin 2003.
http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Teleradiologie_rap.pdf

[24] pdf chapitre1, traitement de signal multimédia
http://www.unit.eu/cours/videocommunication/Intro_systemes_comm.pdf

[25] Sébastien THON, Connaissances Complémentaires en Imagerie Numérique, Le système visuel humain ; IUT de l'Université de Provence, site d'Arles, 2011-2012.
http://www.iut-arles.up.univ-mrs.fr/thon/A2/IN_CC/A2%20-%20CCIN%20-%20Chapitre%203%20-%20Le%20systeme%20visuel%20humain.pdf

[26] COURS Rachid MERZOUGUI , « Système de communication »

[27] Professeur M. V. DROOGENBROECK, *« Acquisition et traitement de l'image »* ;Institut MONTEFIORE Service de Télécommunications et d'Imagerie, Septembre 2001 (version 4.14).
http://www.ulg.ac.be/telecom/teaching/notes/totaliBIO.pdf

[28] *« perception humaine de la lumière et du son »* ; Document trouvé sur le site de (***SIT B***).
SIT B : http://www.chimix.com/

[29] Hervé Mathieu, *« La chaîne de l'acquisition d'images »* ; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN INFORMATIQUE ET EN AUTOMATIQUE, Editeur INRIA, France, décembre 2000.
http://perception.inrialpes.fr/Publications/2000/Mat00/RT-0246.pdf

[30] H. BECHAR, *« Comparaison d'images, Application à la surveillance et au suivi de Trajectoire »* ;

Thèse Doctorat, Université de NANCY I, soutenue : 22 Juin 1987.

[31] Rachid MERZOUGUI, « La télésurveillance à travers les réseaux IP et mobile » ; Sujet proposé au sein du labo STIC, 2006

Livres

[LIV1] : G. BUREL, *« Introduction au traitement d'images »* ;
LAVOISIER 11, rue Lavoisier 75008 Paris, 2001.
[LIV 2] : Ph. REFREGIER, *« Théorie du signal, Signal, Information – Fluctuation »* ;
Edition MASSON, Paris Milan Barcelone Bonn, 1993.
[LIV3] : B. DELB, *« J2ME, Application java pour terminaux mobiles »* ;
Edition EYROLLES, 2002.

Résumé



Le développement d'une application dans un environnement mobile n'est pas aisé, notamment en raison de l'infrastructure relativement lourde requise, dépendant d'une multitude de paramètres dont essentiellement la diversité des équipements impliqués.

Pour résoudre ce problème, diverses solutions ont été envisagées par les principaux constructeurs (Apple, Samsung, HP). Plusieurs systèmes d'exploitation ont été proposés. Ces solutions sont intéressantes mais doivent respecter une certaine stabilité, ce qui n'est pas encore le cas.

Actuellement, la solution communément utilisée est le paquetage **J2ME** (**Java 2 Micro Edition**). Cette infrastructure permet le téléchargement d'applicatifs dans le téléphone portable. L'objectif de notre étude consiste justement en la démonstration des fonctionnalités essentielles de cet environnement avec une application mobile de transfert des photos pour la **télé-imagerie** dans le domaine médical ou la domotique. Cet environnement autonome, mis à disposition par Sun Microsystems, émule des téléphones portables. Il reste ensuite à développer l'application dans le cadre de cet environnement.

Mot-clés: *Télémédecine, Télé-imagerie, J2ME, Mobile.*

Abstract

The development of an application in a mobile environment is not easy, particularly because of the relatively heavy infrastructure required, depending on a multitude of parameters which essentially involved the variety of equipment.

To resolve this problem, various solutions have been considered by the major manufacturers (Apple, Samsung, HP). Many operating systems have been proposed. These solutions are interesting but must meet a certain stability, which is not yet the case.

Currently, the solution commonly used is the package J2ME (Java 2 Micro Edition).
This infrastructure allows the downloading of applications in the mobile phone. The aim of our study consists precisely in demonstrating the essential features of this environment with a mobile application for transferring photos for remote imaging in the medical field or home automation. This standalone environment, provided by Sun Microsystems, emulates mobile phones. It then remains to develop the application in the context of this environment.

Keywords: *Telemedicine, Tele-imaging, J2ME, Mobile*